



Universitat de Lleida



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agrària

Proyecto Final de Carrera
Ingeniería de Montes



ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DE MIERA ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE RESINACIÓN EN UN MONTE DE LA SERRANÍA BAJA DE CUENCA

Autor: Elías Pardo Serrano

Tutor: Álvaro Aunós, Depto. de producción vegetal y ciencia forestal

Cotutor: Ricardo Blanco, Depto. de producción vegetal y ciencia forestal

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DE MIERA ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE RESINACIÓN EN UN MONTE DE LA SERRANÍA BAJA DE CUENCA

Elías Pardo Serrano

Tutor: Álvaro Aunós, Depto. de producción vegetal y ciencia forestal

Cotutor: Ricardo Blanco, Depto. de producción vegetal y ciencia forestal



Universitat de Lleida



**Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agrària**

DATOS DEL TRABAJO

| | |
|-----|--|
| AU | PARDO SERRANO, Elías |
| TI | ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD DE MIERA ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE RESINACIÓN EN UN MONTE DE LA SERRANÍA BAJA DE CUENCA |
| AP | 2012 |
| AA | AUNÓS, Álvaro (tutor) y BLANCO, Ricardo (cotutor) |
| TT | Proyecto Final de Carrera |
| TI | Ingeniería de Montes |
| CP | Universitat de Lleida, Escola Técnica Superior de Enginyeria Agraria, Departament de producció vegetal y ciencia forestal. |
| PC | <i>Pinus pinaster</i> , producción, pica de corteza con escoda, pica de corteza mecanizada, método ascendente, método descendente. |
| PC' | <i>Pinus pinaster</i> , producció, pica d'escorça amb escoda, pica d'escorça mecanitzada, mètode ascendent, mètode descendent. |
| RE | Éste trabajo, desarrollado en un monte de la serranía de Cuenca, durante el primer año de resinación, ofrece resultados de producción obtenidos en función de variables dendrométricas de los pies, calidad de estación, tamaño de la herida y considerando los factores: (i) herramienta, manual o mecanizada, y (ii) sentido de avance de las picas, ascendente o descendente. Así, el diámetro de los pinos, la calidad de estación y la superficie foliar, aparecen más determinantes sobre la producción que la superficie de la herida practicada. El método descendente se evidencia mejor que el opuesto, mientras que la herramienta utilizada resultó indiferente. |
| RE' | Aquest treball, desenvolupat en una forest de la serralada de Cuenca, durant el primer any de resinació, ofereix resultats de producció obtinguts en funció de variables dendromètriques dels peus, qualitat d'estació, mida de la ferida i considerant els factors: (i) eina, manual o mecanitzada, i (ii) sentit d'avanç de les piques, ascendent o descendent. Així, el diàmetre dels pins, la qualitat d'estació i la superfície foliar, apareixen més determinants sobre la producció que la superfície de la ferida practicada. El mètode descendent s'evidencia millor que l'oposat, mentre que l'eina utilitzada va resultar indiferent. |

“Yo creo que quien aporta más a ese alma colectiva, a ese acervo cultural colectivo, a ese ser vivo palpitante, impalpable que es el ente de la cultura viviente universal, de alguna manera pervive y de alguna manera obtiene un billete para la eternidad”.

Félix Rodríguez de la Fuente

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dar las gracias a mis padres por su labor y paciencia, sin los cuales difícilmente se hubiese llegado a este punto. A ellos va dedicado este trabajo

Quería mostrar mi gratitud a mis tutores Ricardo Blanco y Álvaro Aunós por su ayuda y aportaciones a este proyecto.

Agradecer también a los grupos de acción local PRODESE y ADIMAN y a sus técnicos respectivos Pedro Camacho y a Miguel Ángel Rubio, que me dieron la oportunidad de realizar éste trabajo.

Gracias a los resineros, Fernando; Paco; Motores y Paulino, por su labor y sus enseñanzas en el monte.

Gracias a los Agentes Forestales de Castilla - La Mancha que sin su ayuda hubiese sido imposible realizar este trabajo.

Gracias a todos mis amigos y compañeros que me ayudaron en el trabajo de campo y que ayudaron hacerlo más ameno: Núria, Bauti, Carlos “Cano”, Blanca, Sergio, Pepe, Raquel, María “la Pei” y Manuel “el Tute”.

Muchas gracias a Núria por su ayuda y buenos consejos.

Gracias a mi familia en especial a mi hermana, a mis abuelos y a mis tíos y tías, por su apoyo y siempre interesados por mi avances y progresos.

Gracias a todos los amigos que me acompañaron durante mis años de estudiante por Albacete, Ljubljana y Lleida y que sigue siendo un placer compartir mi tiempo con ellos.

ÍNDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 | EL PINO RODENO (<i>PINUS PINASTER</i> AIT. <i>MESOGREENSIS</i> FIESCHI & GAUSSEN) | 1 |
| 1.1.1 | Descripción y distribución del pino rodeno | 1 |
| 1.1.2 | Aprovechamiento del Pino rodeno en España | 3 |
| 1.2 | LA RESINACIÓN EN ESPAÑA | 3 |
| 1.2.1 | La resina | 3 |
| 1.2.2 | El aprovechamiento resinero | 5 |
| 1.2.2.1 | Sistemas de resinación | 5 |
| 1.2.2.2 | La preparación de los pinos | 8 |
| 1.2.2.3 | La remasa | 9 |
| 1.2.2.4 | Los rendimientos | 9 |
| 1.2.3 | Los montes resineros | 12 |
| 1.2.4 | La industria resinera | 15 |
| 2 | JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES | 18 |
| 3 | OBJETIVOS | 19 |
| 4 | MATERIAL Y METODOS | 20 |
| 4.1 | ÁREA DE ESTUDIO | 20 |
| 4.1.1 | Localización del área de estudio | 20 |
| 4.1.2 | Posición orográfica y configuración del terreno | 21 |
| 4.1.3 | Características climáticas de la zona de estudio. | 21 |
| 4.1.4 | Características edáficas de la zona de estudio. | 22 |
| 4.1.5 | Características sociales del monte. | 23 |
| 4.1.6 | Características selvícolas del monte. | 24 |
| 4.2 | MÉTODOS DE PICA DE CORTEZA | 25 |
| 4.3 | DISEÑO EXPERIMENTAL | 27 |
| 4.4 | TOMA DE DATOS | 29 |
| 4.4.1 | Datos de producción | 29 |
| 4.4.2 | Datos dendrométricos | 29 |
| 4.4.3 | Datos de las heridas | 30 |
| 4.4.4 | Datos meteorológicos | 31 |
| 4.5 | CALENDARIO DE ACTUACIONES | 32 |
| 4.6 | MATERIAL UTILIZADO | 33 |
| 4.6.1 | Potes y chapas | 33 |
| 4.6.2 | Escoda | 33 |
| 4.6.3 | Máquina | 33 |
| 4.6.4 | Estimulante químico | 33 |
| 4.6.5 | Gancho pesador | 34 |
| 4.6.6 | Registrador meteorológico | 34 |
| 4.6.7 | Forcípula e hipsómetro | 34 |
| 4.7 | ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 34 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5 | RESULTADOS | 36 |
| 5.1 | RESULTADOS DESCRIPTIVOS | 36 |
| 5.1.1 | Bloques y alturas | 36 |
| 5.1.2 | Variables covariantes dendrométricas | 37 |
| 5.1.3 | Variable Superficie de herida abierta | 38 |
| 5.1.4 | La variable dependiente: producción de resina | 39 |
| 5.2 | RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE MÉTODOS DE RESINACIÓN | 41 |
| 5.2.1 | Matriz de correlaciones | 41 |
| 5.2.2 | Diseño de bloques con estructura factorial | 42 |
| 5.2.3 | Diseño de bloques con estructura factorial (incluyendo las covariantes: dn, fcv, shda) | 43 |
| 5.3 | EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MIERA POR PICAS. | 45 |
| 5.3.1 | Producción acumulada a lo largo del periodo de resinación. | 45 |
| 5.3.2 | Producción según las etapas del periodo de resinación. | 46 |
| 5.3.3 | Interacción de las producciones métodos de resinación durante la campaña. | 47 |
| 5.3.4 | El efecto de la meteorología. | 50 |
| 6 | DISCUSIÓN | 51 |
| 7 | CONCLUSIONES | 59 |
| 8 | BIBLIOGRAFÍA | 61 |

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | Características morfológicas de <i>Pinus pinaster</i> . | 1 |
| Figura 2 | Distribución de <i>Pinus pinaster</i> en España. | 2 |
| Figura 3 | Estructura microscópica de un corte transversal de madera de pino. | 3 |
| Figura 4 | Consumo mundial de colofonia por aplicaciones | 4 |
| Figura 5 | Realización de picas mediante el sistema de Pierre Hugues. | 5 |
| Figura 6 | Conjunto de entalladuras en una cara (<i>quinqueños</i>). | 5 |
| Figura 7 | Realizando una pica de corteza ascendente. | 6 |
| Figura 8 | Pica de corteza mecanizada | 7 |
| Figura 9 | Herramienta para Pica Mecanizada | 7 |
| Figura 10 | Alisando la corteza. | 8 |
| Figura 11 | Procedimiento de la clavadrúa | 8 |
| Figura 12 | Llenando la lata con miera del pote | 9 |
| Figura 13 | Latizal alto de <i>Pinus pinaster</i> , claras fuertes realizadas para resinación. También se han podado hasta 4 m | 13 |
| Figura 14 | Tramos IV, I y II del M.U.P. nº 105 Pinar Viejo de Segovia. | 14 |
| Figura 15 | Cuartel del monte con 4 tramos subdivididos en 5 tranzones | 14 |
| Figura 16 | Meleras de pies resinados mediante el sistema Hugues. | 15 |
| Figura 17 | Localización del municipio de Almodóvar del Pinar en Castilla la Mancha | 20 |
| Figura 18 | Localización del municipio de Almodóvar del Pinar y de su monte "Dehesa de abajo". | 21 |
| Figura 19 | Calicata realizada en el monte "Dehesa de abajo" de Almodóvar del pinar | 23 |
| Figura 20 | Instantánea de un lugar representativo del M.U.P. nº 166 | 24 |
| Figura 21 | Distribución diamétrica de los pies de <i>Pinus pinaster</i> para el M.U.P. nº 166. | 24 |
| Figura 22 | Representación esquemática de los métodos de pica de corteza. Pica de corteza tradicional ascendente (A), pica de corteza tradicional descendente (B), pica mecanizada ascendente (C) y pica mecanizada descendente. Aparece representada la primera pica para cada tratamiento y su altura para la primera entalladura. | 25 |

| | | |
|----------------|--|----|
| Figura 23 | Pica de corteza tradicional ascendente | 26 |
| Figura 24 | Pica de corteza tradicional descendente | 26 |
| Figura 25 | Pica de mecanizada ascendente | 26 |
| Figura 26 | Pica de mecanizada descendente | 26 |
| Figura 27 | Ortofoto del M.U.P. nº 166 con la localización de los bloques y las parcelas de ensayo. Pica de Tradicional Ascendente (PTA), Pica tradicional Descendente (PTD), Pica Mecanizada Ascendente (PMA), Pica Mecanizada Descendente (PMD). | 28 |
| Figura 28 | Chapa que identifica al pino nº1 y sabemos que es resinado mediante el método de pica mecanizada descendente | 29 |
| Figura 29 | Pesando un pote lleno de miera. | 29 |
| Figura 30 y 31 | Representación en las fotografías de las medidas tomadas para el cálculo de la superficie de herida | 30 |
| Figura 32 | Trabajando con la escoda | 33 |
| Figura 33 | Trabajando con la máquina | 33 |
| Figura 34 | Aplicando la pasta | 33 |
| Figura 35 | Gancho pesador Kern | 34 |
| Figura 36 | HOBO | 34 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|------------|---|----|
| Grafico 1 | nº de pies/jornada trabajados en resinación | 9 |
| Grafico 2 | Porcentaje de tiempo empleado en el desroñe del pino por actividades. | 10 |
| Grafico 3 | Distribución del porcentaje de tiempo utilizado para cada actividad en la clavadura | 10 |
| Grafico 4 | Distribución del tiempo en porcentaje para las picas | 10 |
| Grafico 5 | Distribución del tiempo en la remasa | 10 |
| Grafico 6 | Distribución de tiempos por actividades en la campaña de resinación. | 11 |
| Grafico 7 | Distribución de tiempos por actividades y meses en la campaña de resinación | 11 |
| Grafico 8 | Distribución de las producciones medias de resina en kg/pino/año (<i>Pinus pinaster</i> sp. <i>messogensis</i>) | 12 |
| Grafico 9 | Evolución histórica de las fábricas de procesamiento de miera | 16 |
| Grafico 10 | Producción mundial de colofonia de miera | 16 |
| Grafico 11 | Evolución del precio de la Tonelada de colofonia brasileña y China a lo largo de los últimos años. | 17 |
| Grafico 12 | Climograma correspondiente a la Estación meteorológica de Cuenca para el periodo 1956-2011 | 22 |
| Grafico 13 | Diagramas de caja comparando la variabilidad de alturas (ht) entre bloques. | 36 |
| Grafico 14 | Histograma y diagrama de caja del diámetro normal de los pinos seleccionados | 37 |
| Grafico 15 | Histograma y diagrama de caja de la fracción de copa viva de los pinos Seleccionados | 37 |
| Grafico 16 | Diagramas de caja comparando la variabilidad de superficie de herida abierta entre métodos de resinación | 38 |
| Grafico 17 | Histograma de la producción total de miera por pino de la campaña (en gramos). | 39 |
| Grafico 18 | Diagramas de caja de la variabilidad de producción total de resina por pino (en gramos) según el bloque | 39 |
| Grafico 19 | Matriz gráfica de correlaciones de las variables Producción (g), Diámetro normal (cm), Altura total (m), Fracción de Copa Viva (%) y Superficie de la herida abierta (cm ²) | 41 |
| Grafico 20 | Comparación de las producciones medias (en gramos) según el factor 1 (herramienta) | 44 |
| Grafico 21 | Comparación de las producciones medias (en gramos) según el factor 2 (sentido) | 44 |
| Grafico 22 | Evolución de la producción acumulada según el sentido de avance de las picas a lo largo de la campaña de resinación de 2011 | 45 |
| Grafico 23 | Evolución de la producción acumulada según la herramienta utilizada a lo largo de la campaña de resinación de 2011. | 45 |

| | | |
|------------|--|----|
| Grafico 24 | Producción de miera según la herramienta en tres etapas diferenciadas, según el periodo de resinación | 46 |
| Grafico 25 | Producción de miera según el sentido de avance en tres etapas diferenciadas del periodo de resinación. | 46 |
| Grafico 26 | Evolución de la producción de los métodos manuales | 47 |
| Grafico 27 | Evolución de la producción de los métodos mecanizados | 47 |
| Grafico 28 | Evolución de la producción de según el factor “sentido de avance de las picas” | 47 |
| Grafico 29 | Evolución de la producción según el factor “herramienta” | 47 |
| Grafico 30 | Evolución temporal de la producción media por pino según el método de resinación | 47 |
| Grafico 31 | Producciones medias por pica según la interacción de la herramienta y el sentido de avance | 49 |
| Grafico 32 | Evolución de las temperaturas mínimas (T mínima), medias (T media) y máximas (T máxima) junto con la producción media (en dg) por pica a lo largo de la campaña de resinación de 2011. | 50 |
| Grafico 33 | Evolución de las humedades relativas mínimas (H mínima), medias (H media) y máximas (H máxima) junto con la producción media por pica a lo largo de la campaña de resinación de 2011. | 50 |
| Grafico 34 | Evolución de producciones medias por pica mecanizada con taladro, en el M.U.P. 101 de Armuña | 55 |
| Grafico 35 | Evolución de producciones medias totales por pica en los ensayos de Pinillos (2009). | 56 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|----------|--|----|
| Tabla 1 | Temperatura media (T_m), Temperatura máxima absoluta (T_{max}), Temperatura mínima absoluta (T_{min}), Precipitación (P), Evapotranspiración potencial (ETP) y Evapotranspiración real (ETr). | 21 |
| Tabla 2 | Características del perfil edafológico del monte “Dehesa de abajo” de Almodóvar del pinar | 23 |
| Tabla 3 | Características selvícolas de los bloques | 28 |
| Tabla 4 | Cronograma de actividades durante el desarrollo de los diferentes trabajos realizados para el trabajo de campo de este proyecto. Los números indican el día concreto del mes en el que se realizó el trabajo. | 32 |
| Tabla 5 | Estadísticos descriptivos de las variables dendrométricas altura total (ht) y diámetro normal (dn) por bloques. | 36 |
| Tabla 6 | Análisis de distribución de las variables dendrométricas Diámetro normal (dn) y fracción de copa viva (fcv). | 37 |
| Tabla 7 | Estadísticos descriptivos de la superficie de herida por bloques | 38 |
| Tabla 8 | Estadísticos Producciones medias por pino para la primera entalladura durante la campaña 2011 | 39 |
| Tabla 9 | Estadísticos descriptivos de las producciones para las diferentes combinaciones herramienta (F1)-sentido de avance (F2) | 40 |
| Tabla 10 | Medias de la producción total (Pr) diferenciadas por bloques | 40 |
| Tabla 11 | Matriz de correlaciones de las variables Producción de miera (pr), diámetro normal (Dn), altura total (Ht) y fracción de copa viva (FCV). | 41 |
| Tabla 12 | Correlaciones por la variable Producción | 42 |
| Tabla 13 | Resumen del ajuste de la variable Producción sin variables covariantes | 42 |
| Tabla 14 | Prueba de Efectos | 42 |
| Tabla 15 | Resumen del ajuste de la variable Producción con variables covariantes | 43 |
| Tabla 16 | Prueba de Efectos | 43 |
| Tabla 17 | Producción media corregida por Mínimos Cuadrados para el factor 1 (herramienta) | 44 |
| Tabla 18 | Producción media corregida por Mínimos Cuadrados para el factor 2 (sentido) | 44 |
| Tabla 19 | Análisis de los efectos F1 (herramienta), F2 (sentido de avance) e interacción F1*F2 sobre la producción de miera, a lo largo del periodo de resinación. E (escoda), M(máquina), A (ascendente) y D (descendente). | 48 |

1 INTRODUCCIÓN

1.1 EL PINO RODENO (*Pinus pinaster* Ait. *mesogeensis* Fieschi & Gaussen)

Es el pino que ocupa mayor superficie en España (1.800.000 ha) y el más utilizado en repoblaciones durante la segunda mitad del siglo XX (300.000 ha), de ahí su mala prensa entre los naturalistas que critican el hecho de que se repoblaran extensas superficies con esta especie.

1.1.1 Descripción y distribución del pino rodeno

Pinus pinaster llamado en castellano pino rodeno, negral o marítimo es un árbol que puede alcanzar los 20-30 m de talla, con porte piramidal de joven, pero variable con la edad. Tiene el sistema radical más fuerte de los pinos ibéricos, con raíz principal penetrante y las secundarias muy extendidas. Sus acículas son largas y rígidas, llegando a superar los 20 cm, son las mayores de los pinos españoles.

Su floración se produce de marzo a mayo, diseminando al pasar 24 meses. Las piñas tienen apófisis romboidales-apiraminados con ombligos punzantes (Figura 1).

Es una especie con distribución mediterráneo-occidental: Portugal, España, Sur de Francia, Italia, Marruecos, Argelia y Túnez. Aunque algunos autores consideran la existencia de dos subespecies: la subespecie *pinaster*, para las poblaciones costeras atlánticas de Portugal, norte de España y sur de Francia, y la subespecie *hamiltonii* o *mesogeensis*, característica de la zona mediterránea, FRANCO (1986) no acepta la existencia de estas 2 subespecies en su obra Flora Ibérica, al considerar que la diferenciación morfológica entre poblaciones atlánticas y mediterráneas es muy reducida.

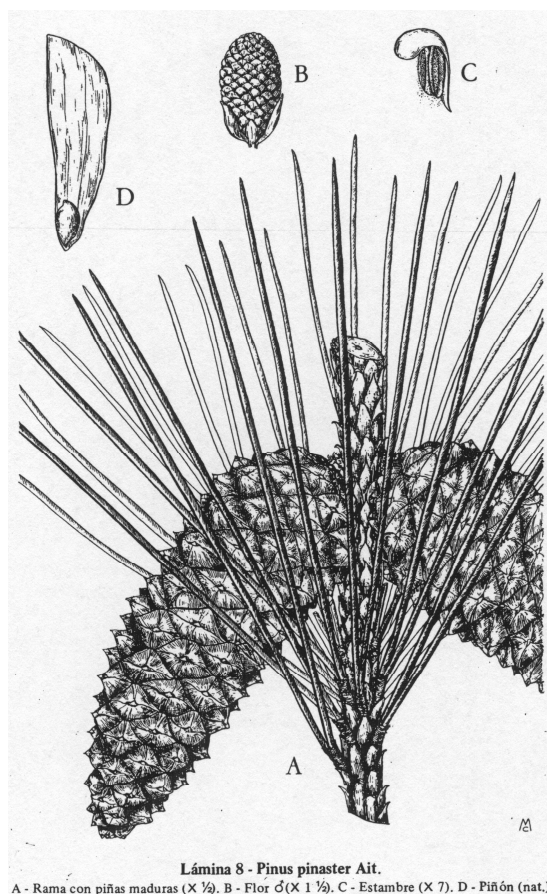


Lámina 8 - *Pinus pinaster* Ait.
A - Rama con piñas maduras (X 1/2). B - Flor ♂ (X 1 1/2). C - Estambre (X 7). D - Piñón (nat.).

Figura 1: Características morfológicas de *Pinus pinaster*. RUIZ DE LA TORRE (1991)

El pino rodeno es muy abundante sobre litologías silíceas en Galicia, Soria, Segovia, Ávila, Burgos y Valladolid, sobre rodinales (areniscas rojas) en Guadalajara, Cuenca, Teruel, Valencia y Castellón y sobre calizas secundarias en Alcaraz, Segura y Cazorla.

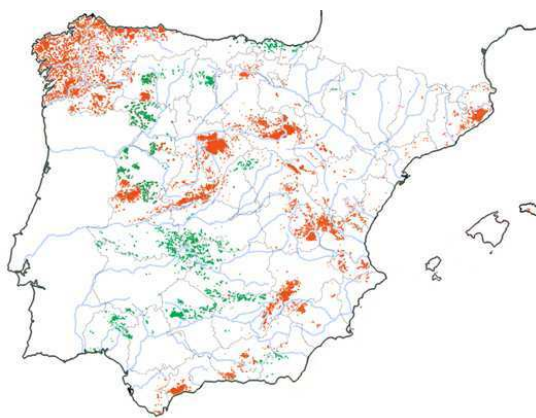


Figura 2: Distribución de *Pinus pinaster* en España. A. BRAVO-OVIEDO Y G. MONTERO (2008)

Requiere más de 400 mm de precipitación anual de los que al menos 75 mm han de caer en verano. La estirpe atlántica es más estenoica y oceánica, necesitando más humedad y rehuendo los ambientes fríos y continentales del interior, y hallándose siempre sobre sustratos silíceos. La estirpe mediterránea es más rústica y tolerante a los suelos y climas y, aunque prefiere los sustratos silíceos, tolera los calizos.

Se halla a una altitud comprendida entre 0-1.500 msnm, con óptimo para la estirpe mediterránea en el interior peninsular entre 900-1.200 msnm. Temperamento robusto, heliófilo, muy resistente a sequías y heladas (Blanco Castro et. al. 1997).

Aunque puede ser clímax sobre suelos sueltos y arenosos, muchas de las masas actuales se han expandido a costa de *Quercus pyrenaica*, *Q. faginea*, *Q. ilex* subsp. *ballota* y *Q. suber*. Se mezcla también con *Castanea sativa*, *Abies pinsapo*, *Juniperus thurifera* y con todos los pinos peninsulares, excepto *Pinus uncinata*.

Su cortejo florístico más común está formado por: *Cytisus scoparius*, *Genista hirsuta*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Calluna vulgaris*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Cistus laurifolius*, *Cistus monspeliensis*, *Cistus ladanifer*, *Halimium umbellatum*, *Thymus mastichina*, *Thymus zygis*, etc. Por regresión aparecen jarales predominantemente de *Cistus laurifolius* o *Cistus ladanifer*, según la altitud.

Es una especie de longevidad mediana (200-300 años) y con el crecimiento más rápido de los pinos peninsulares autóctonos, sobre todo la subespecie atlántica.

1.1.2 Aprovechamiento del Pino rodeno en España

En cuanto a sus aprovechamientos, su madera se ha utilizado para tableros alistonados, contrachapados, revestimientos, frisos, paletas, embalajes, encofrados, pasta de papel, Tableros de partículas y de fibras. Es el pino resinero por excelencia llegando a producir 2-3 kg/pie/año y hasta 5 kg de miera (Álvarez, 1997) en la zona de Segovia y Valladolid, y ésta es utilizada para obtener aguarrás y colofonia.

Al ser de temperamento robusto admite cortas a hecho, aunque son preferibles por aclareo sucesivo. Los turnos de corta dependen de los productos que se quieran obtener: 25-30 años para postes y apeas de mina, 80 años para madera y más de 80 en masas resinadas (Gandullo, J. M. y Sánchez Palomares O., 1994).

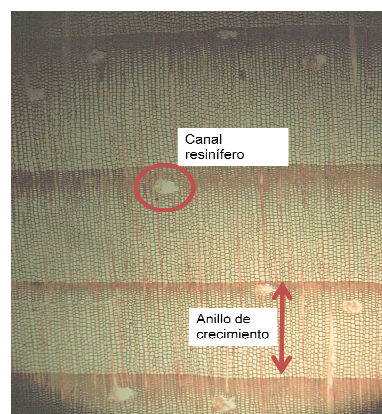
Serían, por su frugalidad, velocidad de crecimiento y capacidad de ser aprovechado, los principales motivos por los que *Pinus pinaster* fue el árbol más utilizado para repoblar en el siglo XX.

1.2 LA RESINACIÓN EN ESPAÑA

La resinación es un aprovechamiento forestal, con el cual obtenemos la resina segregada por el pino o miera, en un recipiente. Consiste en realizar una herida que alcance el cambium y los canales resiníferos cada varios días durante el periodo de resinación.

1.2.1 La resina

La resina es una sustancia sólida, pastosa, de compleja composición y de olor característico, muy común en coníferas. Esta sustancia es producida por células secretoras que se encuentran en el parénquima. El sistema resinífero está compuesto por un sistema de canales, originados en el cambium, que acumulan la resina. Estos canales pueden ser verticales u horizontales y cuando se llenan cesa la producción de resina hasta que se produzca su vaciado por la acción de insectos, daños o la propia resinación (Gil, 2011).



estructura microscópica de un versal de madera de pino. onio M^a Villasante.

Una vez segregada y recogida en los potes la resina toma el nombre de miera. Tras llevarla a la industria de transformación y limpiarla de impurezas se le denomina

trementina. Después de destilarla, a la fracción volátil se le denomina aguarrás y a la fracción sólida colofonia. Las mieras producidas en España contienen un 20% de aguarrás, un 70% de colofonia y el 10% restante lo constituyen agua e impurezas (Cesefor, 2009).

Los productos comercializables derivados de la resina son el aguarrás o esencia de trementina que se utiliza principalmente como disolvente de pinturas y barnices, y la colofonia cuyos derivados se emplean en la industria farmacéutica, aditivos para papel, adhesivos, tintas de impresión, jabones, barnices, fungicidas, lacas, caucho sintético, etc. (Álvarez Cabrero, 2010).

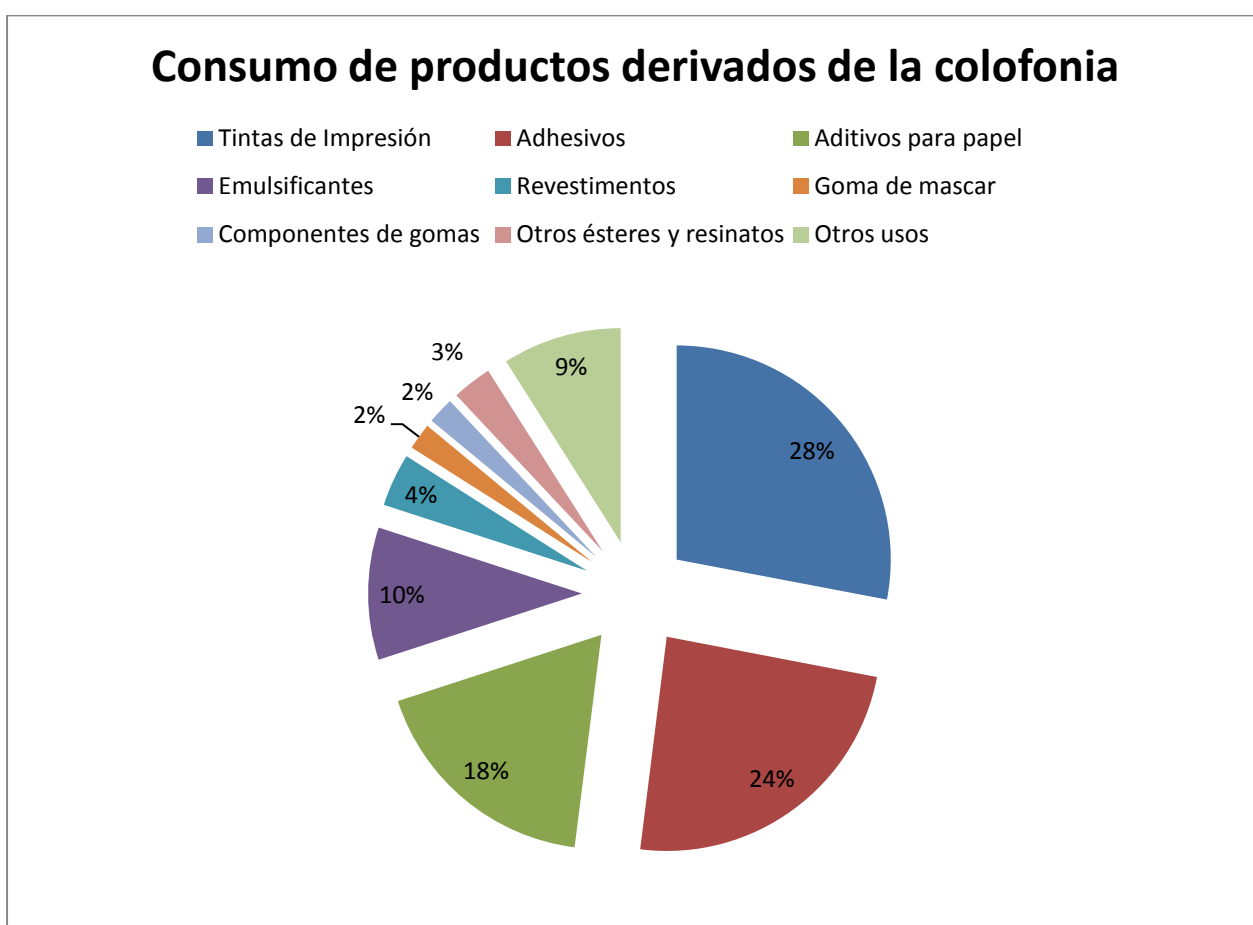


Figura 4: Consumo mundial de colofonia por aplicaciones. Fuente: *Fores Chemical Review*

1.2.2 El aprovechamiento resinero

El hombre ha utilizado la resina desde tiempos inmemoriales, al principio tratándola para obtener brea y pez, sustancias utilizadas para el calafateado de embarcaciones, medicina tradicional, productos inflamables, etc. Estas sustancias se extraían mediante métodos agresivos muy perjudiciales para el árbol, el cual moría sin remedio.

1.2.2.1 Sistemas de resinación

Pero fue a mediados del siglo XIX, con la revolución industrial, es cuando aparece por primera vez un aprovechamiento racional y ordenado de las resinas derivado de las nuevas demandas de aguarrás y colofonia. Fue a partir de entonces cuando se desarrollaron los métodos de extracción de resina que aún hoy se siguen utilizando, el sistema Hugues y el sistema de pica de corteza.

El sistema Hugues fue el sistema obligatorio desde 1862 hasta 1969 (Hernández, 2009) pero se mantuvo en muchas comarcas hasta 1980. Consistía en realizar las caras de resinación cóncavas con una anchura de 12 cm dejando repulgos de 4 cm. La herramienta utilizada es el hacha gubia o azuela con la que al picar se extraen corteza, tejidos vivos y madera, la profundidad de las picas debía ser menor a 1,5 cm y el número de entalladuras comúnmente rondaba entre las 5 o 6 repartidas en una cara que al terminar el *quinqueño* (conjunto de entalladuras que confoman una cara) tendría una altura de 350 cm.



Figura 5: Realización de picas mediante el sistema de Pierre Hugues.
Foto de Armando García

Se produce un flujo continuo de resina ya que la pica secciona vasos y albura. Pero el flujo se detiene cuando

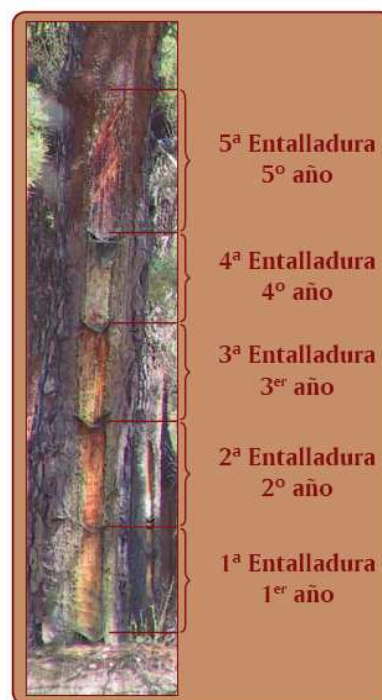


Figura 6: Conjunto de entalladuras en una cara (*quinqueños*). Fuente: Cesefor

la resina se solidifica y se obstruyen los vasos por lo que las picas con el sistema de Hugues deben realizarse con una frecuencia de 5 a 10 días. Dando entre 18 y 36 picas para completar una entalladura, es decir que la campaña de resinación duraría 180 días con el sistema de Hugues. Y con tal cantidad de picas es necesaria mucha precisión para no sobrepasar la longitud de entalladura. Este sistema tiene inconvenientes importantes como que la mano de obra debe ser muy especializada, los rendimientos de trabajo son muy bajos y también es incompatible con el aprovechamiento de la madera.

Debido a los inconvenientes citados anteriormente, a mediados del siglo XX se puso en cuestión la eficacia del sistema Hugues, aparecieron nuevas técnicas de resinación basadas en la aplicación de estimulantes químicos que evitaban que se detuviese el flujo de resina, con lo que se reducía la frecuencia entre picas. Fue así como apareció el



Figura 7: realizando una pica de corteza ascendente.

sistema de pica de corteza ascendente, el cual se empezó a difundir en España en 1961 y en 1969 se hizo obligatorio en

los Montes de Utilidad Pública. La herramienta utilizada para hacer las picas es la escoda doblada en U, con la que únicamente cortamos corteza y cambium, sin afectar a la albura, dando lugar a caras con sección convexa. Con un trazador realizamos dos líneas paralelas que marcarán la anchura de las picas a lo largo de la entalladura.

Tras efectuar la herida se aplica un estimulante químico compuesto por una solución acuosa de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 30% que forma una pasta al mezclar la disolución con caolín y cloruro cálcico. La pasta queda colocada en la parte superior de la herida retrasando la obstrucción de los vasos y alargando el tiempo en que la resina fluye. En este caso la frecuencia entre picas sería de 14 días. Así que daríamos en una campaña entre 12 y 18 picas en campaña completa y 9 en campaña reducida, de esta manera aumentamos los rendimientos en comparación con el sistema Hugues, lo que hizo que éste terminara desapareciendo en España.

Fue a mediados de los años sesenta cuando la actividad resinera empezó a decaer por la baja productividad respecto a los elevados costes extractivos y el gran esfuerzo físico que requería la resinación. Por eso el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (Pinillos, 2009) comenzó a realizar ensayos de nuevos sistemas de resinación para

resolver dichos problemas. En los años ochenta experimentaron con el sistema de pica de corteza descendente mediante el cual se comenzaba a picar desde arriba del tronco del pino hacia el suelo. La principal ventaja de este sistema es que se aumentaba la producción de resina pudiendo tener mayor espaciado entre picas (de 20 a 40 días), pero entre sus inconvenientes sabemos que es necesario mayor esmero en la preparación del árbol o desroñe para evitar pérdidas de resina y realizarlo para dos años, dificultad de calcular la altura de las entalladuras, etc. (Fallego, et. al, 1998). Pero el factor clave que hizo que este sistema no cuajara en España ha sido la idiosincrasia de los resineros convencidos de que el trabajo tradicional es más efectivo y sin confianza en las innovaciones.

Actualmente se está probando una herramienta mecánica ideada por el CESEFOR y Stihl mediante la cual se podría resinar evitando el desroñe del pino. Este proyecto forma parte de dichos ensayos. El procedimiento se denomina pica de corteza mecanizada y sustituye la escoda por una máquina compuesta por un motor de gasolina similar al de una motosierra acoplada a una pértiga con un cabezal en el que se encuentra la cadena de corte con el que se realiza la pica, este cabezal posee un tope para evitar dañar la madera cuando se realiza la pica. La pica se realiza en forma de “espina de pescado”. En este trabajo compararemos los resultados de resinar mediante pica de corteza tradicional y mecanizada.



Figura 8: Pica de corteza mecanizada.



Figura 9: Herramienta para Pica Mecanizada. Foto: Cesefor

1.2.2.2 La preparación de los pinos

Para la mayoría de sistemas de pica es necesario la preparación del pino que consiste en el desroñe y la clavadura. El desroñe consiste en eliminar la mayor parte de la corteza en la zona donde se localizará la entalladura que se trabajase esa temporada, dejando una superficie lisa y homogénea de las últimas capas de corteza. La herramienta utilizada para esta labor es el hacha simple para quitar la mayor parte de la corteza y la garrancho (figura 10) para alisar.



Figura 10: Alisando la corteza.
Foto: Sánchez-Redondo

Este trabajo facilita la realización de las picas de corteza tradicional, pero es muy costoso y lento. En condiciones donde el espesor de corteza no es excesivamente grueso (menos de 4 cm) se podría evitar el desroñe para la pica de corteza mecanizada.

El siguiente paso consiste en colocar el dispositivo para la recogida miera. Para ello se realiza una hendidura y se coloca una chapa (grapa), en la parte baja de la entalladura, doblada para que canalice la resina que recibe desde el tronco a un pote. El pote o cacharro se sujeta mediante un clavo insertado en el tronco para darle soporte.



Figura 11: Procedimiento de la clavadura. Foto: Sánchez Redondo.

1.2.2.3 La remasa

La remasa es el procedimiento mediante el cual se recoge la resina de los cacharros cada vez que el resinero lo vea conveniente. Llegándose a acumular en los pinos de buena calidad 2, 3 o mas pots llenos (Hernández, 2009). La remasa es un trabajo penoso en el que el resinero carga un recipiente llamado lata de una capacidad de 16/18 litros. El resinero se desplaza de pino a pino llenando la lata con la miera de los cacharros, ayudándose con una paleta para sacarla de los pots. Una vez llena la lata, la transporta hasta un bidón de mayor capacidad para descargar lata tras lata de miera hasta que se llene. Una vez completada la remasa se envían los bidones de miera a la industria de transformación.



Figura 12: Llenando la lata con miera del pote.

1.2.2.4. Los rendimientos

En los estudios de rendimientos queda demostrado que el proceso de preparación del pino es el más costoso. Según NAJERA (1961) los rendimientos para el sistema de pica de corteza tradicional serían:

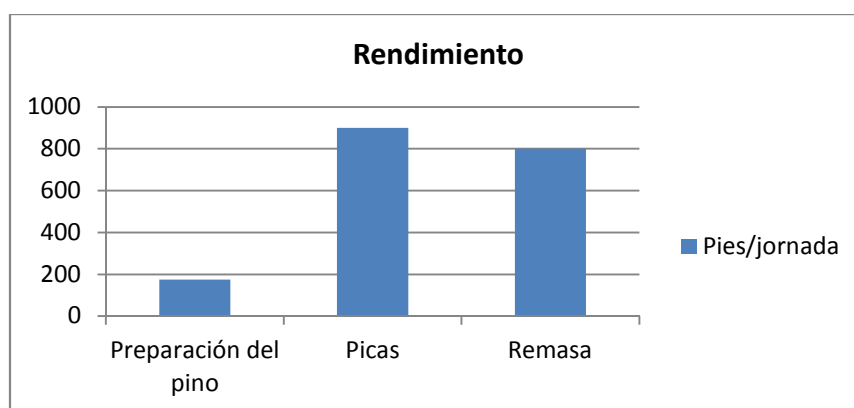


Grafico 1: nº de pies/jornada trabajados en resinación. Elaboración propia

Según estudios de rendimientos, realizados por Cesefor durante la campaña de resinación de 2009, obtuvieron los siguientes resultados para el sistema de pica de corteza ascendente:

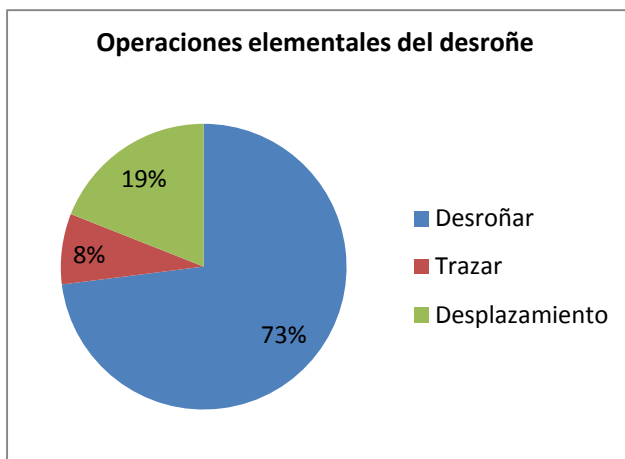


Grafico 2: Porcentaje de tiempo empleado en el desroñe del pino por actividades. Fuente: Cesefor

En estos gráficos podemos observar el gran porcentaje de tiempo que se gasta en la preparación del pino, sobre todo en el desroñe.

El desplazamiento en todos los gráficos se considera el tiempo necesario para ir de un árbol a otro.

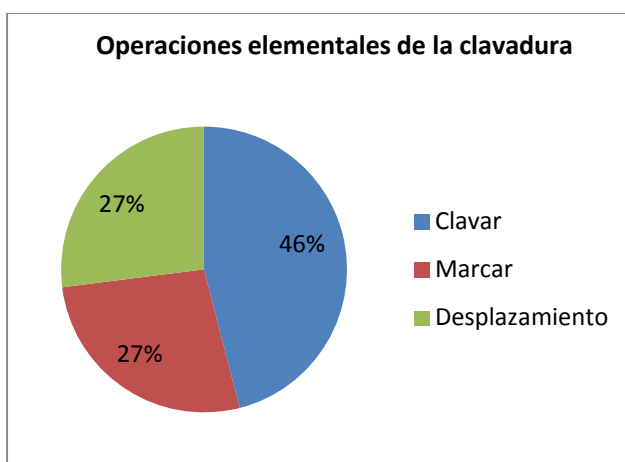


Grafico 3: Distribución del porcentaje de tiempo utilizado para cada actividad en la clavadura. Fuente: Cesefor.

En el desroñe se ha considerado el tiempo de trazar. Consiste en trazar dos líneas paralela que marcan la anchura de la pica (12 cm) para el área desroñada.

En cuanto a la clavadura se cuenta el tiempo que se tarda en hacer la hendidura (marcar) e insertar la chapa para canalizar la miera, más clavar la punta y colocar el pote (clavar).

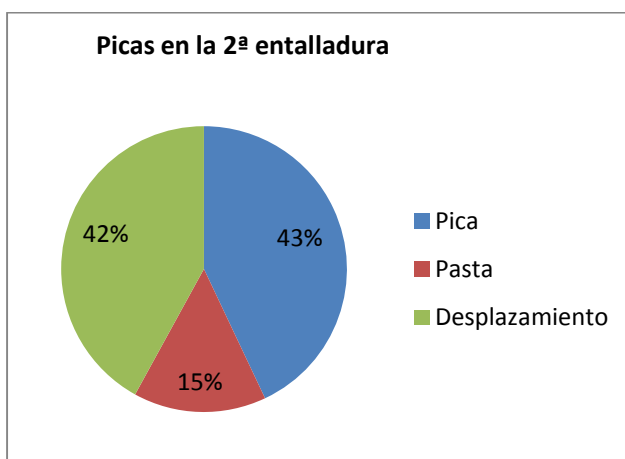


Grafico 4: Distribución del tiempo en porcentaje para las picas. Fuente: Cesefor

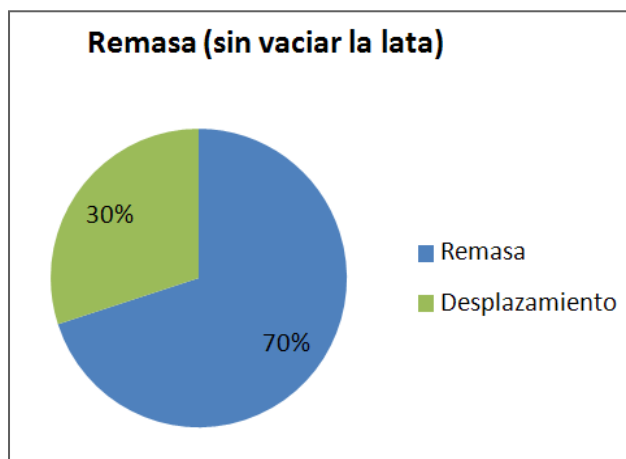


Grafico 5: Distribución del tiempo en la remasa. Fuente: Cesefor

En cuanto a los rendimientos totales que obtuvo el Cesefor se demostró que algo más de la mitad del tiempo dedicado es para picar mientras que la otra mitad está repartida casi en partes iguales a la preparación de los pinos y a la remasa.

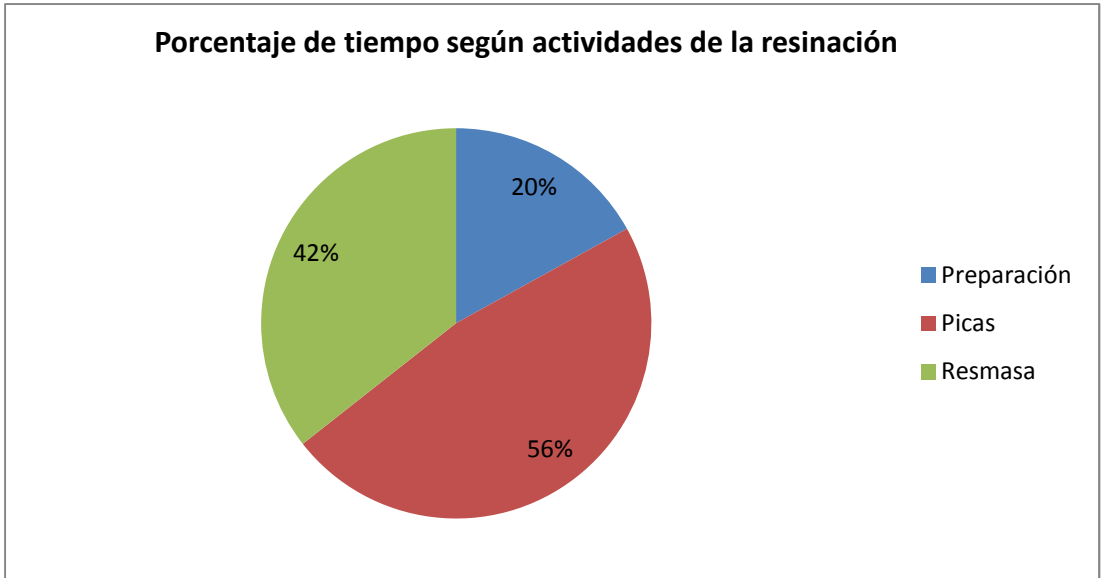


Grafico 6: Distribución de tiempos por actividades en la campaña de resinación. Fuente: Cesefor

Estos resultados cuadran perfectamente con otras experiencias realizadas por la S.A.L. Rincón de la Vega.

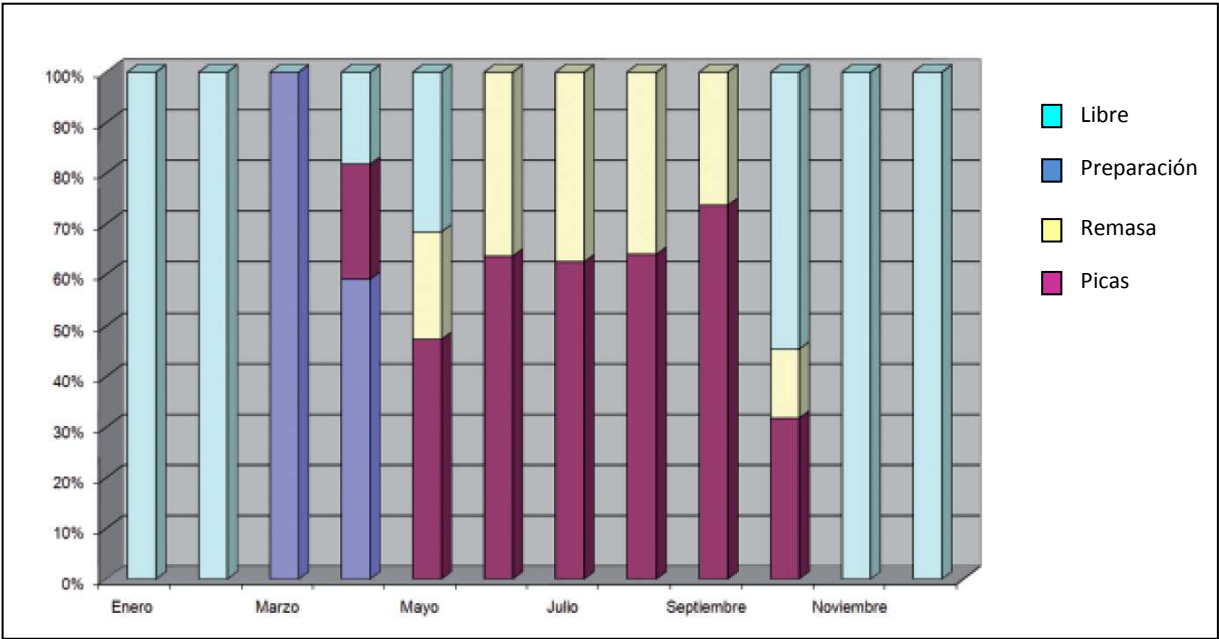


Grafico 7: Distribución de tiempos por actividades y meses en la campaña de resinación. Fuente: S.A.L. Rincón de la Vega (2009).

Según los datos de la Sociedad Anónima Laboral Rincón de la Vega la distribución porcentual de tiempos en cuanto a tareas sería: un 21% del tiempo dedicado a la preparación de los pinos, un 55% de tiempo para la ejecución de las picas y un 24% invertido en la remasa. Datos muy similares a los obtenidos por el Cesefor.

1.2.3 Los montes resineros

Los montes resineros por excelencia son los pinares de pino rodeno (*Pinus pinaster*), los principales montes productores de resina se encuentran en Segovia, Ávila, Valladolid Burgos, Soria, Guadalajara y Cuenca. Según diversos factores (climatología, genética, calidad de estación, etc) encontramos pinares con distintas producciones que se muestran gráficamente en la siguiente figura:

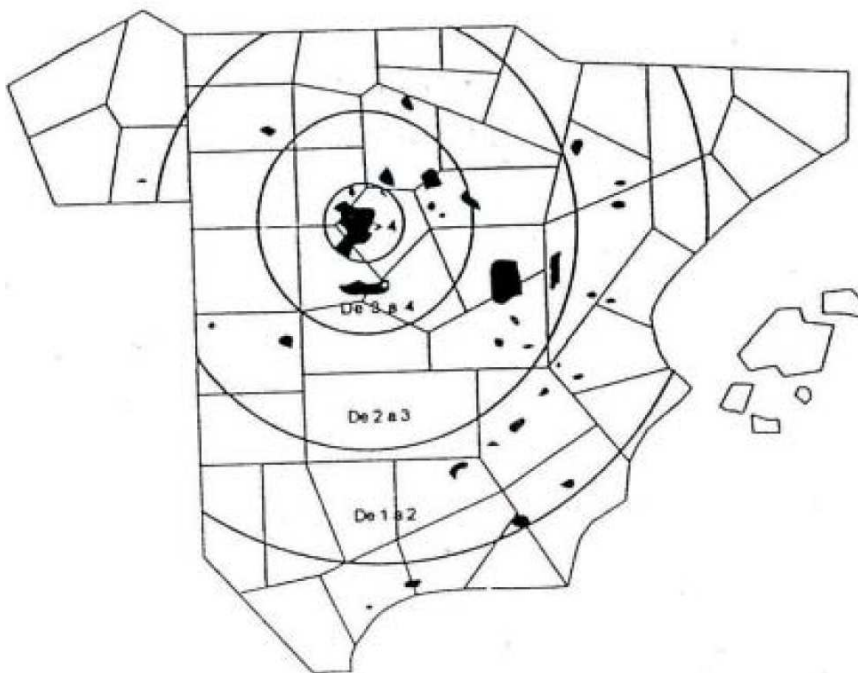


Figura 13: Distribución de las producciones medias de resina en kg/pino/año (*Pinus pinaster* sp. *messogensis*)
Fuente: Rafael Uriarte

Los mejores montes productores de resina son los pinares de llanura en situados en suelos arenosos de las provincias de Segovia, Valladolid y Ávila. Otros pinares de montaña o situados en otro tipo de suelos con texturas y litofacies diferentes las producciones son menores.

Las principales características de los montes resineros son masas regulares cuya especie principal es el pino rodeno que tiene como espesura normal la espesura incompleta, dejando a los 25-30 años 200 pies/ha (Allué, 1998) y se encuentran en terrenos llanos. Los pinares que cumplen estas características maximizan la producción y mejoran los rendimientos.

Para mejorar la producción es necesario seguir una silvicultura específica primero durante el desarrollo de la masa con el fin de obtener un pinar apto para la resinación y luego para la consiguiente regeneración natural. Los tratamientos más importantes en los pinares resineros son:

Desbroces: en muchos pinares de bajas densidades se produce una invasión y regeneración de matorral, que sobre todo son especies de *Quercus* y *Cistus*. Esto supone un problema para el desplazamiento del resinero y un riesgo importante de incendios, por lo que conviene realizar desbroces cada 5 o 10 años.

Podas: hasta 4 metros para conseguir las caras completas sin que las obstaculicen las ramas. Nos ayudamos de la poda natural dejando en las edades de monte bravo y latizal bajo altas densidades y a su vez conseguimos la rectitud de los fustes.

Claros: se realizan dos intervenciones, las primeras durante los primeros 20 años tras la regeneración natural, en edades de repoblado, monte bravo y latizal bajo, en las que se realizan claros y claros por lo bajo manteniendo altas densidades y dejando al final de la etapa densidades entre 800 y 1000 pies/ha (Allué, 1998). Para la segunda intervención se aplican claras fuertes con carácter selectivo, favoreciendo a los árboles de porvenir es decir aquellos que previsiblemente serán resinados en el futuro, cortando pies del orden de 20 cm de diámetro normal y dejando la densidad definitiva de 200 pies/ha. Desde éste momento y hasta la corta final sólo se practicarán cortas de policía (Montoya, 2004). Los pies extraídos en estas últimas claras pueden ser resinados “a muerte” (abriendo todas las caras a la vez).



Figura 14: Latizal alto de *Pinus pinaster*, claras fuertes realizadas para resinación. También se han podado hasta 4 m. Foto: A. García

Cortas de regeneración: ejecutadas mediante aclareo sucesivo uniforme en dos intervenciones sobre pies agotados, si la producción de resina es preferente a la de madera. Si la obtención de madera es preferente al aprovechamiento de resina se realizará la resinación a muerte (abriendo las caras que le queden a cada pie).

En cuanto a la ordenación de pinares sometidos a la resinación el principal inconveniente ha sido armonizar los aprovechamientos maderable y resinero. Pero casi siempre subordinando el resinero al maderable. La cuestión es establecer un turno que permita realizar la resinación a vida completa (25 años de resinación). Los turnos históricamente establecidos han sido de 80, 90 o 100 años. Se dejan los primeros 45, 55 o 65 años para que los pies obtengan el diámetro mínimo para ser resinados (30 cm), los siguientes 25 años están destinados para resinar. Se establece un periodo de regeneración de 20 o 25 años. Por lo general los turnos de 100 años con periodos de regeneración y de resinación de 25 años (Allué, 1998).

El método de ordenación más utilizado es el de tramos periódicos permanentes (Serrano, M. 1994), aunque también se puede ordenar mediante tramo único. El monte se divide en cuarteles que a su vez se dividen en tramos. Cada tramo se subdivide en tranzones o subtramos.

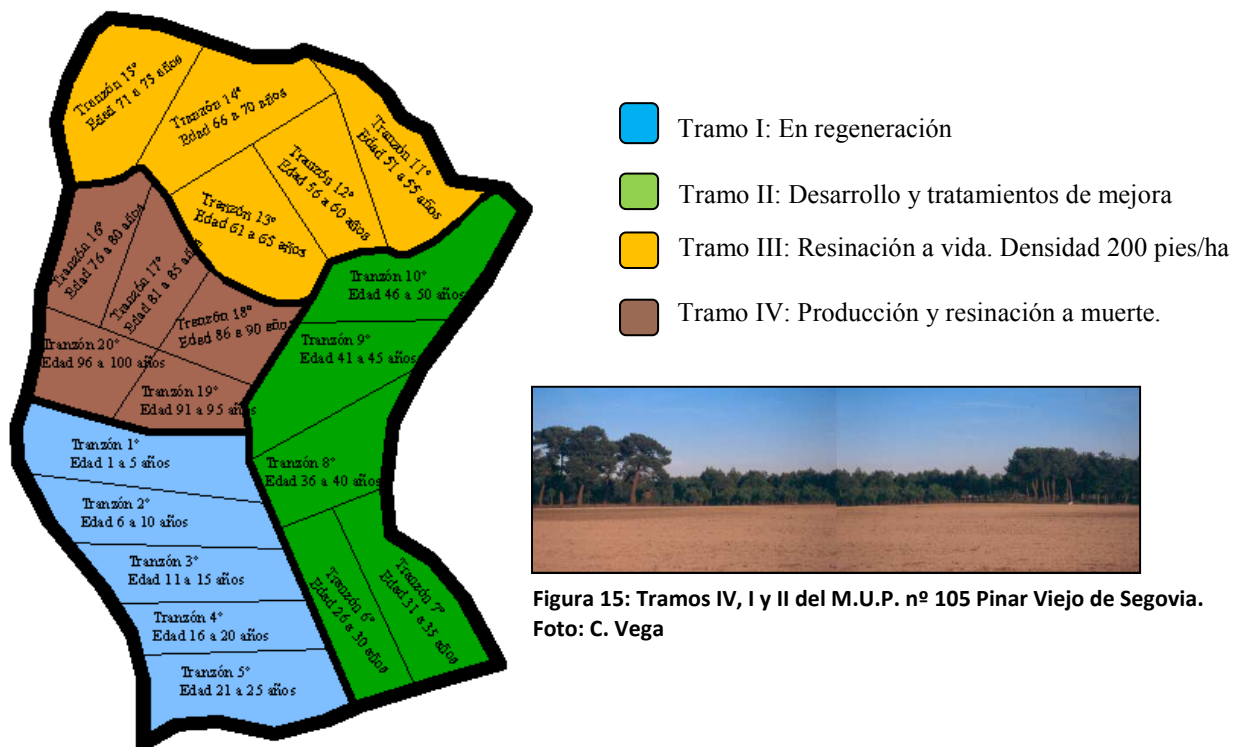


Figura 16: Cuartel del monte con 4 tramos subdivididos en 5 tranzones.
Elaboración propia

Figura 15: Tramos IV, I y II del M.U.P. nº 105 Pinar Viejo de Segovia.
Foto: C. Vega

Se asume que el diámetro de apertura (>30 cm) se alcanza a los 51 años, cuando se comienza abriendo la primera entalladura de la primera cara. De esta manera se organiza el tramo para que en cada quinquenio se abra una cara completa de 5 entalladuras.

Los aprovechamientos resinero y maderero entran en conflicto debido a que el árbol resinado ralentiza su crecimiento y sobre todo por la depreciación de la parte del pino donde se han abierto caras para resinar, la troza basal o melera. Dicha parte puede destinarse a la industria de desintegración o de tablas. Y es en esta última, en la industria de aserrío, es donde más se aprecia

la devaluación de la madera. Los principales problemas que ocasionan este tipo de troza en las industrias de procesados es que debido a la cantidad de resina que portan provoca un mayor desafilado y desgaste de los elementos de corte. Además condicionan y dificultan el proceso de clasificación y acabado de los tableros



Figura 17: Meleras de pies resinados mediante el sistema Hugues.

(Carvalho, A. 1970). Sin embargo al contener tal cantidad de resina hace que las meleras tengan mayor poder calorífico siendo así un material de mayor calidad para la producción de biomasa forestal (Cesefor, 2009).

1.2.4 La industria resinera

La industria resinera tal y como hoy la conocemos tuvo su origen a mediados del siglo XIX, alcanzando su máximo auge a principios del siglo XX en España. La industria resinera española entró en crisis en los años 60 del pasado siglo, debido fundamentalmente a la liberalización del mercado ya que se comenzaba a competir en el mercado con países productores como Estados Unidos y Portugal, otro factor clave de la crisis fue la falta de mano de obra debido a la intensa emigración que sufrieron las comarcas resineras a partir de aquellos años. Aún así se mantuvo dignamente el oficio de resinero hasta la irrupción de los nuevos países productores como Brasil y China a finales del siglo XX, con cuyos precios tuvieron de competir las resinas españolas.

El aprovechamiento resinero a principios del siglo XXI prácticamente llegó a desaparecer en España.

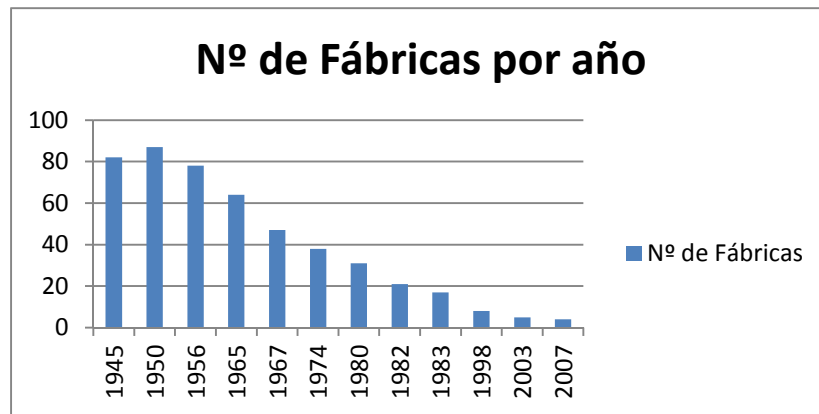


Grafico 8: Evolución histórica de las fábricas de procesamiento de miera.
Elaboración propia. Fuente: L. Hernández

Las pocas fábricas productoras de aguarrás y colofonia que han quedado, dejaron de admitir resinas autóctonas para adquirir resinas de otros países debido a que les resultaba más rentable el producto de importación.

Actualmente el mayor productor mundial de colofonia es China con más del 70% de la producción. Esto provoca que el abastecimiento mundial de colofonia esté regido a por los condicionantes de precios y producción de este país lo que supone una falta de estabilidad en el mercado y ofrece una nueva oportunidad a la producción de miera ibérica.

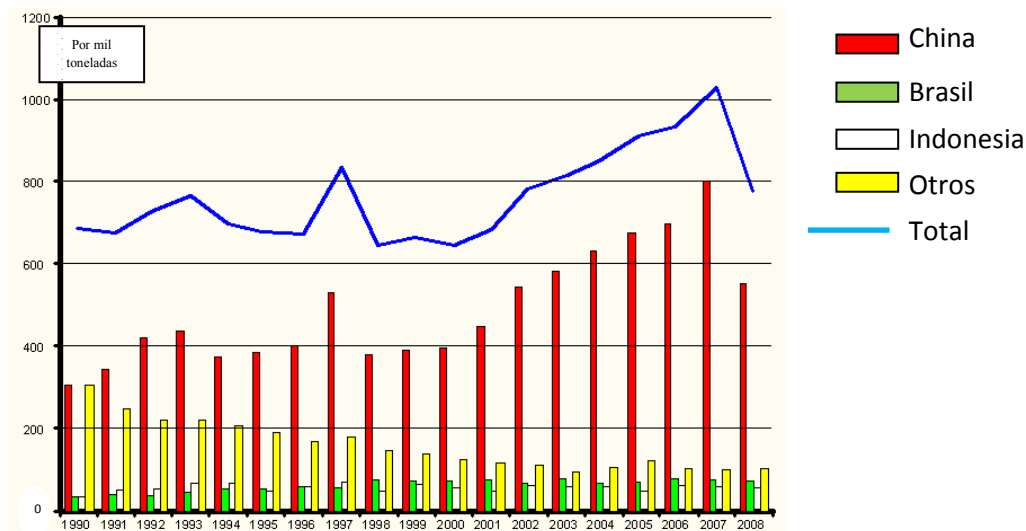


Grafico 9: Producción mundial de colofonia de miera.
Fuente: Camacho Ríos, 2010.

Las enormes oscilaciones en la producción china y la incertidumbre que eso conlleva tienen fuertes repercusiones en los precios de la miera.

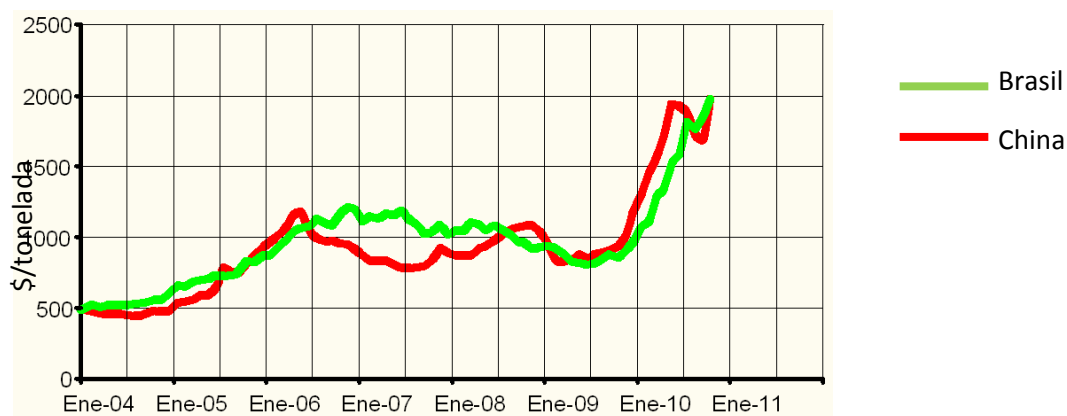


Grafico 10: Evolución del precio de la Tonelada de colofonia brasileña y China a lo largo de los últimos años. Podemos apreciar como se dispara el precio coincidiendo con el momento de la crisis económica global. Fuente : Camacho Ríos, 2010.

La Unión Europea demanda grandes cantidades de colofonia en la actualidad, de los que cabe destacar Alemania y Holanda seguidas de Francia y España. Sin embargo la producción Europea casi ha desaparecido. La colofonia europea solamente supone un 10% de la colofonia total demandada por la U.E.

Esta inestabilidad del precio de la colofonia de importación junto con la demanda de colofonia de la Unión Europea, ha provocado un aumento del valor de la miera autóctona, pasando de costar 47 pts/kg (0,27 €/kg) en 1984 a 070 €/kg actualmente (Álvarez Cabrero, 2010).

Este aumento del precio de la miera autóctona sumado a la imperiosa necesidad de crear empleo, debido a la crisis económica que afecta a España, está provocando una reaparición del trabajo de resinero.

2 JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

El sector resinero que tuvo su auge durante finales del siglo XIX y principios del siglo XX llegando a ser segundo aprovechamiento forestal más importante después de la madera, es hoy en día un oficio decadente y que se ha ido olvidando poco a poco por diversos motivos.

Sin embargo, las condiciones en las que nos encontramos actualmente como: la imperiosa necesidad de crear empleo, evitar el abandono de zonas rurales, contribuir al mantenimiento en buen estado de los montes o cubrir las necesidades de productos derivados de la resina demandados en la Unión Europea, etc contribuyen al estos factores hacen que el resurgimiento del oficio de resinero como una opción seria.

Pero para que la resinación vuelva a ser una realidad en España se debe ser competitivo en el mercado, la Unión Europea importa grandes cantidades de resina de países como Brasil y China ya que el mercado Español no puede competir ante los precios que imponen dichos países.

Actualmente la inestabilidad del mercado internacional de la colofonia y el aumento del precio de la miera autóctona están ayudando al resurgimiento del oficio de resinero en España. Para ello es necesario realizar experiencias y mejoras tecnológicas que puedan mejorar los rendimientos de estos trabajos.

En los últimos años se están llevando a cabo experiencias con el objetivo de modernizar el proceso de resinación: tales como el desarrollo: de nuevos envases para optimizar la recepción de resina, la mecanización de un oficio que se había estancado durante más de 150 años, la creación de estimulantes más efectivos, etc.

Tras antecedentes similares en otras zonas resineras de Segovia y Soria, nosotros hemos querido analizar la producción de resina en el sur de la provincia de Cuenca y así ayudar a tener un conocimiento más amplio tanto de las posibilidades de la reaparición del oficio de resinero, como de las respuestas fisiológicas del pino según las diferentes variables.

3 OBJETIVOS

Nuestro objetivo fundamental es determinar un método de resinación que consiga mejorar el rendimiento de los trabajos o incrementar la productividad de miera del *Pinus pinaster*. A tales efectos, en este trabajo se indaga sobre los siguientes aspectos.

- Producción máquina vs. escoda
- Producción ascendente vs. descendente
- Calidad de estación y producción de miera
- Obtener información para valorar alternativas en cuanto a periodicidad de las picas, tamaño de heridas, sentido de avance de las picas.
- Análisis del ritmo de secreción.
- Diferencias entre primeras picas, picas centrales y picas finales.
- Condiciones meteorológicas locales durante la campaña de resinación y su relación con la producción.

4 MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en el término municipal de Almodóvar del Pinar, pueblo integrado en la comarca de la Manchuela conquense y situado en las estribaciones de la Serranía baja de Cuenca. Se eligió este municipio por ser uno de los de mayor tradición resinera de Castilla-la Mancha. La motivación por parte de los resineros por colaborar con el experimento y las excelentes condiciones para la resinación que posee Almodóvar del pinar hicieron que nos decantáramos por realizar este proyecto en su monte catalogado de utilidad pública llamado “Dehesa de Abajo”.

4.1.1 Localización del área de estudio

Se encuentra situado en la mitad sur de la provincia de Cuenca. Dicho monte se encuentra atravesado por las carreteras que unen las poblaciones de Almodóvar del Pinar con Motilla del Palancar (Nacional N-320) y con la población de Campillo de Altobuey (CU-503). El área de estudio está situada a 4 km de Almodóvar del Pinar, siendo otros núcleos de población importantes y cercanos: Cuenca, situada a 45 km, y Motilla del Palancar, situada a 20 km. El monte se encuentra comprendido entre las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud: de 39° 38' 0'' N hasta 39° 43' 5'' N

- Longitud: de 1° 51' 10'' W hasta 1° 59' 7'' W

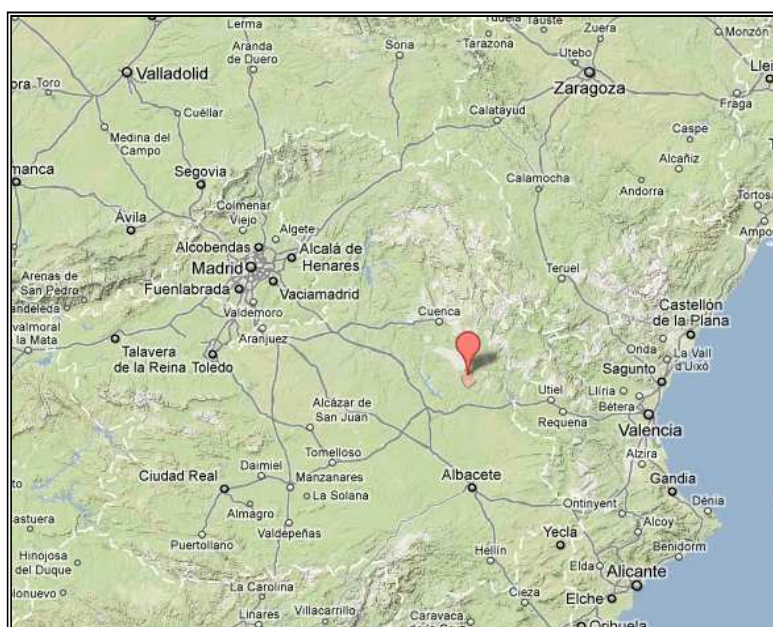


Figura 18: Localización del municipio de Almodóvar del Pinar en Castilla la Mancha.

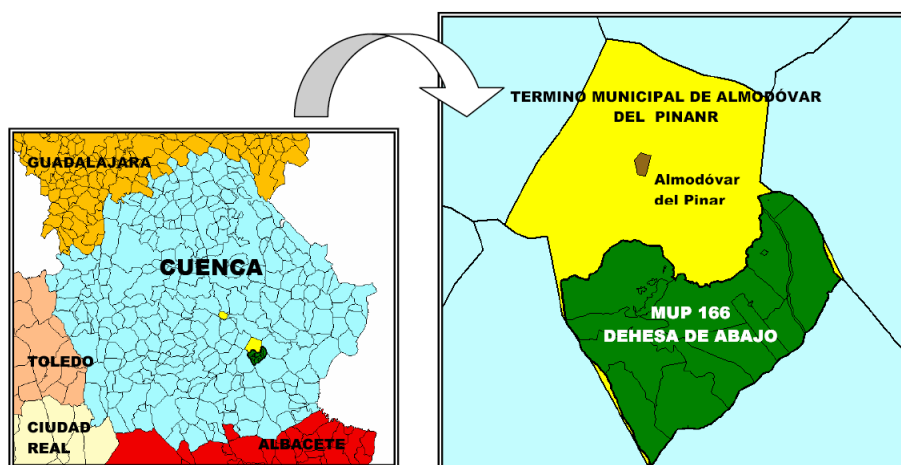


Figura 19: Localización del municipio de Almodóvar del Pinar y de su monte "Dehesa de abajo".

4.1.2 Posición orográfica y configuración del terreno

El monte está ubicado a una altitud comprendida entre 900 y 1000 m.s.n.m. Es un monte llano, donde las pendientes no sobrepasan el 2 o 3%, una circunstancia que favorece los trabajos de resinación.

4.1.3 Características climáticas de la zona de estudio.

Para la caracterización del clima del área de estudio se han tomado los datos de la estación climatológica de la ciudad de Cuenca debido a su proximidad y que se encuentra a una altitud similar a la de Almodóvar.

Tabla 1: Temperatura media (T_m), Temperatura máxima absoluta (T_{max}), Temperatura mínima absoluta (T_{min}), Precipitación (P), Evapotranspiración potencial (ETP) y Evapotranspiración real (ETr). Periodo 1956-2011. Fuente: Estación nº 8096 de Cuenca de la Red de Estaciones de la A.E.M.E.T.

| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| T_m (°C) | 4,4 | 5,5 | 8,0 | 10,1 | 14,2 | 19,0 | 22,8 | 22,6 | 18,6 | 13,1 | 8,0 | 4,9 |
| T_{max} (°C) | 16,1 | 18,4 | 21,7 | 23,8 | 28,0 | 33,0 | 36,0 | 35,4 | 31,9 | 26,0 | 20,2 | 16,3 |
| T_{min} (°C) | -7,1 | -6,0 | -4,1 | -1,5 | 1,8 | 5,8 | 9,0 | 9,2 | 5,5 | 0,9 | -3,5 | -5,8 |
| P (mm) | 46,3 | 48,4 | 41,5 | 57,7 | 57,3 | 48,2 | 15,7 | 20,3 | 41,8 | 59,4 | 53,0 | 54,9 |
| ETP | 10,1 | 14,4 | 28,0 | 39,4 | 69,1 | 103,7 | 134,6 | 124,2 | 84,2 | 48,1 | 22,5 | 12,9 |
| ETr | 10,1 | 14,4 | 28,3 | 40,0 | 70,8 | 107,1 | 47,0 | 17,4 | 37,2 | 49,2 | 22,7 | 12,9 |

Las precipitaciones varían entre los 450 mm y los 650 mm anuales. Con una precipitación en el periodo estival (de 90 días) de 60 mm.

Existe una gran amplitud térmica, con temperaturas extremas que abarcan desde los 35°C a los -10 °C. Con un periodo de heladas de 4 meses.

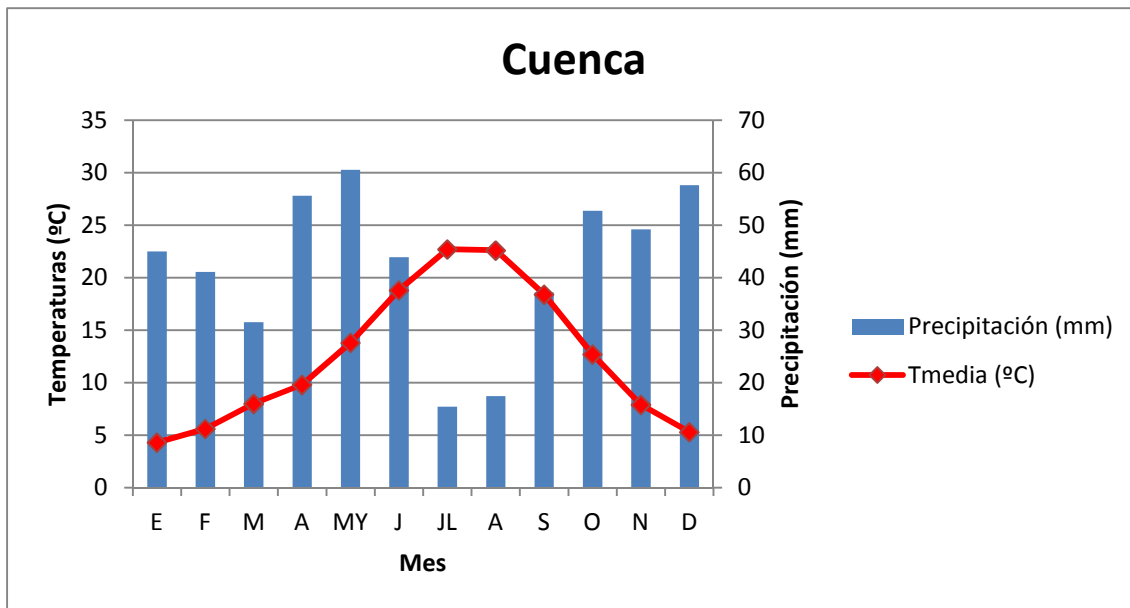


Grafico 11: Climograma correspondiente a la Estación meteorológica de Cuenca para el periodo 1956-2011. Fuente: Red de Estaciones de la A.E.M.E.T. Elaboración propia

Según las subregiones fitoclimáticas de la España peninsular e Islas Baleares (Allué J.L., 1990), Almodóvar del Pinar se encuentra bajo un clima mediterráneo, genuino, moderadamente cálido, seco y de inviernos frescos (subtipo IV₇). El horizonte bioclimático que le corresponde es el Supramediterráneo inferior (Rivas-Martínez S., 1987). Las formaciones vegetales características para este subtipo de fitoclima en dicho piso bioclimático las constituyen agrupaciones encinares (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*) y quejigares (*Quercus faginea* ssp. *faginea*).

4.1.4 Características edáficas de la zona de estudio.

En este monte nos encontramos con suelos de perfil A/(B)/C. Son suelos pardos y pardo-rojizos calizos, y, en definitiva, terrenos sobre materiales calizos. Son terrenos poco evolucionados, así tenemos que el horizonte A se encuentra con una gran cantidad de pedregosidad, el horizonte B en algunos lugares es inexistente o su profundidad es muy escasa, circunstancia que origina que se sequen gran cantidad de árboles, y en cualquier caso el horizonte C (material rocoso) está a poca profundidad (López Serrano, 2008). El tipo de materia orgánica por la riqueza del sustrato y la reacción del mismo, tendrá que ser del tipo mull. A continuación se muestra un perfil característico de la zona:

Tabla 2: Características del perfil edafológico del monte “Dehesa de abajo” de Almodóvar del pinar. Fuente: Instituto nacional de Edafología.

| Horizonte | Profundidad (cm) | Tierrafina (%) | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Mat. Orgánica (%) |
|----------------------|------------------|----------------|-----------|----------|-------------|-------------------|
| A | 18 | 94,9 | 40,6 | 24,9 | 34,5 | 11,2 |
| B_w | 32 | 97,7 | 30,7 | 31,5 | 37,8 | 2,41 |
| C | 30 | 88 | 95,1 | 1,3 | 3,6 | 0,13 |



Figura 20: Calicata realizada en el monte “Dehesa de abajo” de Almodóvar del pinar.

4.1.5 Características sociales del monte.

El monte donde se encuentran las parcelas experimentales es llamado “Dehesa de abajo”. Dicho monte es propiedad del Ayuntamiento de Almodóvar del pinar, está catalogado como de Utilidad Pública con el número 166 consecuentemente deslindado y amojonado. La superficie total de la que consta el monte es de 4.430 ha. La gestión y los aprovechamientos del monte son llevados a cabo de forma conjunta entre el Ayuntamiento y la Administración Autonómica por medio del Servicio del Medio Natural de la Delegación Provincial de Cuenca.

El M.U.P. nº 166 posee un gran valor para la población local debido a sus diferentes aprovechamientos, principalmente la madera. Como ya se ha expuesto la actividad resinera que fue importantísima a principios y mediados del siglo XX en Almodóvar terminó por desaparecer en el año 2002. Actualmente el aprovechamiento de leñas es realizado por los vecinos del pueblo para autoconsumo.

Existe una buena red de caminos y pistas forestales que favorece el rápido desplazamiento de unas zonas a otras del monte.

4.1.6 Características selvícolas del monte.

El monte está constituido por una masa mixta de pino y quercíneas, en la que se ha favorecido históricamente al pino rodeno (*Pinus pinaster*) por motivos económicos. Actualmente la masa forestal del monte podría definirse como una masa regular de pino rodeno con subpiso de encina en la que se pueden encontrar otras especies arbóreas acompañantes como el pino blanco (*Pinus nigra*), pino carrasco (*Pinus halepensis*), roble chaparro (*Quercus faginea* subsp. *faginea*) y sabina albar (*Juniperus thurifera*).



Figura 21: Instantánea de un lugar representativo del M.U.P. nº 166

El M.U.P. “Dehesa de abajo” está en proceso de ordenación desde el año 2006. El monte lo configura un cuartel dividido en 16 cantones en los que predominan las formas principales de masa regular y semirregular. Las densidades varían desde los 60 pies/ha (cantón 2) a 800 pies/ha (cantón 6).

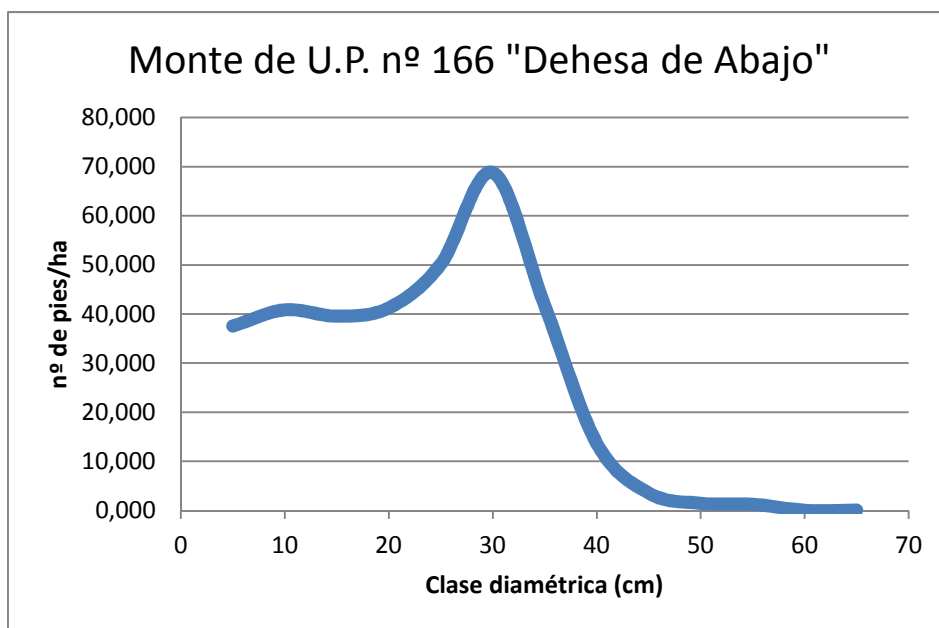


Gráfico 12: Distribución diamétrica de los pies de *Pinus pinaster* para el M.U.P. nº 166. Fuente Lopez Serrano, 2008. Elaboración propia.

4.2 MÉTODOS DE PICA DE CORTEZA

Siguiendo la metodología descrita por el INIA en investigaciones similares realizadas en Segovia y Soria (Cesefor, 2009) decidimos realizar un muestreo basado en la producción de resina dependiendo del tipo de pica según dos factores: la herramienta utilizada y el sentido de avance de las picas.

Se establecieron cuatro métodos de pica de corteza:

A: pica de corteza tradicional ascendente. Realizada por el resinero P.

B: pica de corteza tradicional descendente. Realizada por el resinero M.

C: pica de corteza mecanizada ascendente. Realizada por el resinero F.

D: pica de corteza mecanizada descendente. Realizada por el resinero F.

Para los métodos ascendentes se consideró empezar a picar a una altura de 24-25 cm medidos desde el suelo. Mientras que para los métodos descendentes la altura de la primera pica fue de 70 cm.

Las picas tradicionales se realizan con la escoda, con la que se ejecutan picas de 13 cm de longitud y 3 cm de altura. La pica mecanizada hace dos cortes de 9 cm cada uno, que convergen en un punto dando lugar a una herida en forma de cuña. En todos los tratamientos se aplicó estimulante químico.

Se realizaron 9 picas para cada tratamiento distanciadas cada 14 días, ya que consideramos la experiencia como una campaña de resinación reducida.

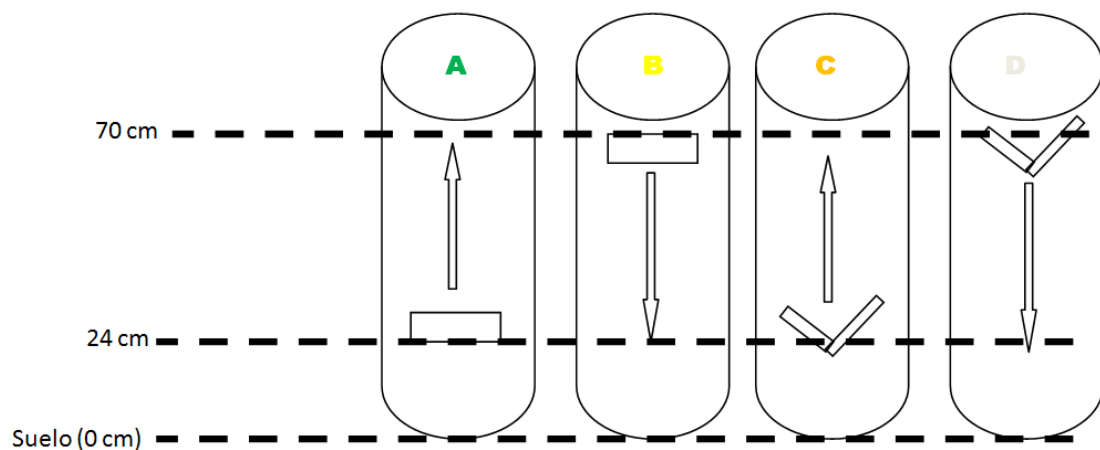


Figura 22: Representación esquemática de los métodos de pica de corteza. Pica de corteza tradicional ascendente (A), pica de corteza tradicional descendente (B), pica mecanizada ascendente (C) y pica mecanizada descendente. Aparece representada la primera pica para cada tratamiento y su altura para la primera entalladura. Elaboración propia.

Las siguientes figuras muestran la evolución temporal de las picas a lo largo de la campaña de resinación:

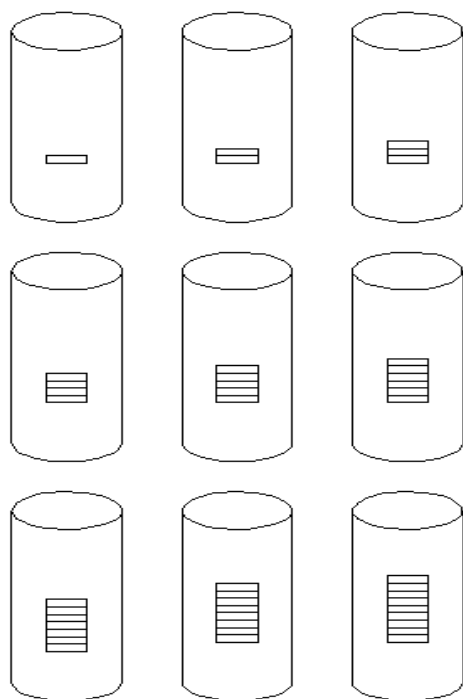


Figura 23: Pica de corteza tradicional ascendente

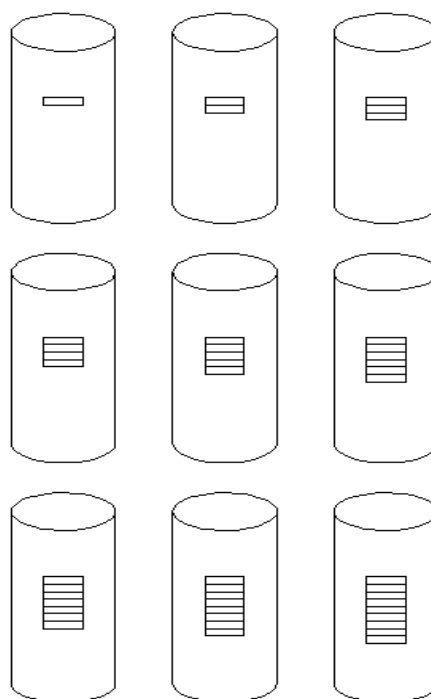


Figura 24: Pica de corteza tradicional descendente

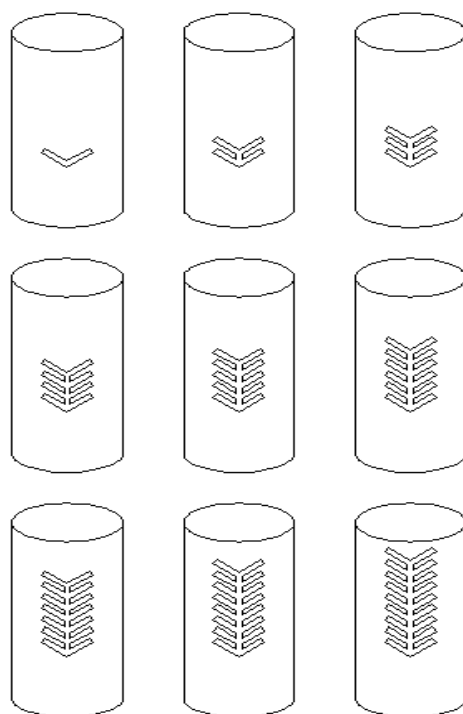


Figura 25: Pica de mecanizada ascendente

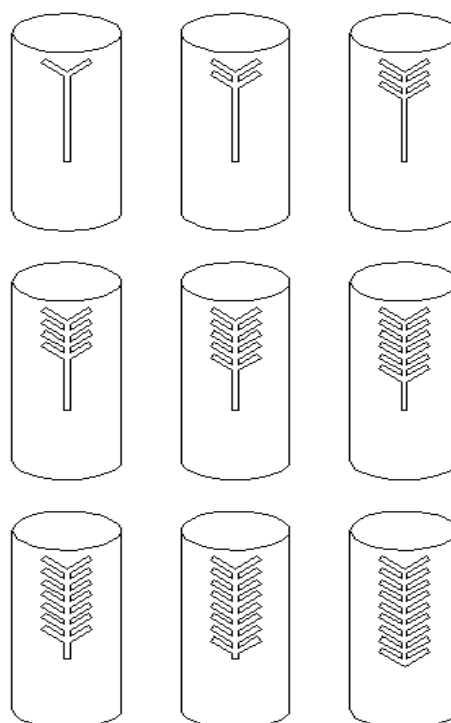


Figura 26: Pica de mecanizada descendente

Para conectar las diferentes picas mecanizadas se abre un canal, con la misma máquina, que conecta una pica con la siguiente, dando lugar a una herida en forma de “espina de pescado”. Para el método ascendente el canal se realizaba cada vez que se iba a picar, mientras que para el método descendente el canal se completó en la primera pica.

4.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se fundamentó en la elección de cinco bloques completos, diferenciados según el criterio de los resineros por sus calidades en cuanto a producción de miera.

Cada bloque recibió el nombre del paraje en el que se encontraba:

Bloque 1: El Verdinal

Bloque 2: Camino del Camión

Bloque 3: Carretera de los Cuatro Hermanos

Bloque 4: El Lavajo del roble

Bloque 5: El rocho de Adrián

El orden de los bloques está ordenado de menor a mayor producción de miera según la amplia experiencia arraigada en los resineros del lugar.

Cada bloque se compuso de cuatro parcelas de cuarenta pinos cada una. La parcela es la unidad experimental donde se seleccionan los pinos que van a ser resinados mediante un sólo tipo de pica. Así pues un bloque está compuesto por cuatro parcelas, cada una se resinó con un método de resinação diferente. Se seleccionarán 40 pinos por parcela con lo que en un bloque habrá 160 pinos y para el conjunto de los 5 bloques 800 pinos.

Los pinos a resinar en el experimento fueron seleccionados por los resineros procurando seguir siempre el mismo patrón: que fueran pinos cerrados, sin abrir y en edad de resinação es decir con un diámetro igual o mayor a 30 cm a 1,30 m de altura. Aunque fue inevitable tener que resinar pinos de mayores diámetros, con alguna cara abierta o en la segunda entalladura para facilitar la labor y optimizar el esfuerzo de rastreo de pinos en la parcela. No se les ejecutó ningún tipo de poda previo, pero sí se desroñaron.

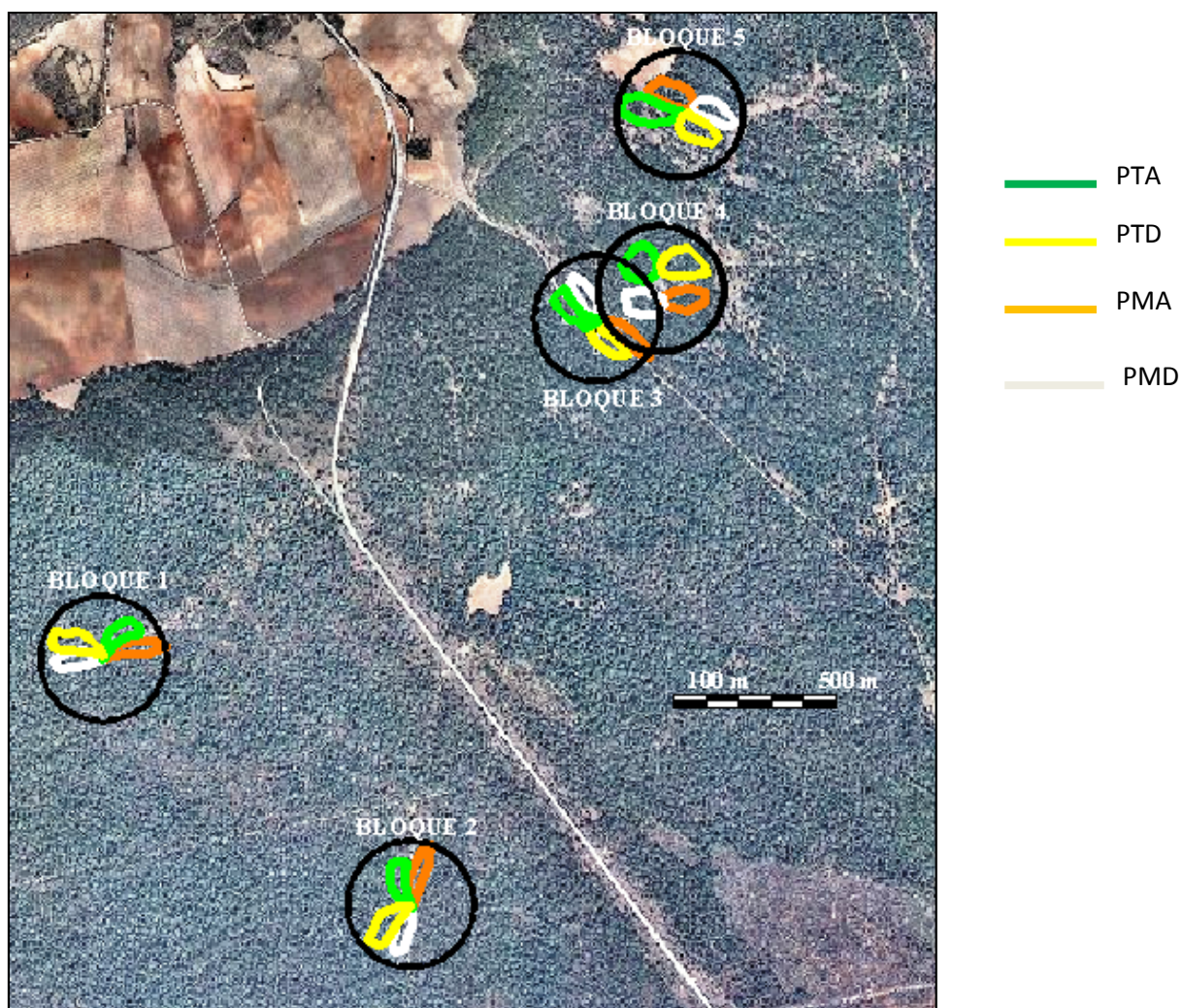


Figura 27: Ortofoto del M.U.P. nº 166 con la localización de los bloques y las parcelas de ensayo. Pica de Tradicional Ascendente (PTA), Pica tradicional Descendente (PTD), Pica Mecanizada Ascendente (PMA), Pica Mecanizada Descendente (PMD).

Tabla 3: Características selvícolas de los bloques

| Bloque | Densidad (pies/ha) | Área Basimétrica (m ² /ha) | Diámetro medio cuadrático (cm) | Altura media | % de superficie cubierta por matorral de encina |
|--------|-----------------------|---|-----------------------------------|-----------------|---|
| 1 | 225 | 10,18 | 30,00 | 10,63 | 80 |
| 2 | 263 | 13,13 | 27,30 | 10,98 | 85 |
| 3 | 347 | 19,67 | 25,43 | 13,11 | 50 |
| 4 | 193 | 13,11 | 32,27 | 14,70 | 20 |
| 5 | 176,84 | 11,60 | 29,30 | 15,25 | 20 |

Los pinos seleccionados fueron marcados con chapas de plástico que los identificaban tanto numéricamente como por el tratamiento de resinación al que estaban sometidos. Las chapas de color verde identificaban los pinos de las parcelas donde se practicaba el método de pica de corteza tradicional ascendente. El color amarillo identifica los pinos de las parcelas del método de pica de corteza tradicional descendente. Las chapas naranja fueron para los pinos de las parcelas del método mecanizado ascendente. Y finalmente las chapas blancas para los pinos de las parcelas donde se ejecutó el método mecanizado descendente.



Figura 28: Chapa que identifica al pino nº1 y sabemos que es resinado mediante el método de pica mecanizada descendente.

4.4 TOMA DE DATOS

4.4.1 Datos de producción

Son los datos en los que se fundamenta el estudio. Una vez realizada la pica y transcurridos 14 días, cada pote era pesado uno por uno y su dato recogido en los correspondientes estadillos. Los datos fueron obtenidos con gancho pesador digital y la unidad utilizada fue en gramos.



Figura 29: Pesando un pote lleno de miera.

4.4.2 Datos dendrométricos

Con el fin de corroborar la influencia de ciertas características propias del pino sobre la producción de resina se midieron en todos los pinos seleccionados los diámetros a 1,30 m (dn) en centímetros y la altura total (ht) y la altura a la primera rama viva ambas en metros (h1v). La altura a la primera rama viva era un dato imprescindible para obtener la variable con la que trabajar, se evaluó a través de la Fracción de Copa Viva (FCV), obtenida en % según la expresión:

$$\frac{ht - h1v}{ht} \times 100 = FCV$$

4.4.3 Datos de las heridas

Se desconocía la influencia en la producción de la superficie abierta en el pino para cada herida completa tras las nueve picas. Por ello se procedió a medir en todos los pinos del ensayo las diferentes dimensiones de las heridas en centímetros.

Para picas tradicionales se midieron:

- Altura de pica (hp): Altura de tronco consumida por la suma de las 9 picas realizadas.
- Longitud media del conjunto de picas realizadas, es decir de las 9 picas realizadas (Lp). Como criterio general establecemos que medimos la longitud de la 5ª pica. Se mide la parte del tronco en la que se ha eliminado la corteza y se llega a la madera, lo que realmente produce resina.
- La superficie de herida se obtiene mediante la expresión:

$$hp \times Lp = Sp$$

Para picas mecanizadas se midieron:

- Longitud en la 5ª pica de la estria derecha (Lpd).
- Longitud en la 5ª pica de la estria izquierda (Lpi).
- Altura del canal central (hc).
- La superficie de la herida se obtiene aplicando:

$$[9 \times (Lpd \times 2)(Lpi \times 2)] + hc \times 2 = Sp$$

Sabiendo que el 9 representa las 9 picas realizadas y los 2 son los 2 cm de ancho de herida que deja la máquina debido a las dimensiones de su cabezal.



Figura 30 y 31: Representación en las fotografías de las medidas tomadas para el cálculo de la superficie de herida.

4.4.4 Datos meteorológicos

Obtenidos mediante un medidor de temperaturas y humedades relativas (HOBO).
Instalado en el bloque 4. Registró la temperatura en °C y la humedad relativa cada media hora desde el momento de su instalación.

4.5 CALENDARIO DE ACTUACIONES

Con el fin de ejecutar la resinación y la toma de datos con un orden, ya que participaron resineros, agentes medioambientales y técnicos, se elaboró un calendario para la coordinación de todos los trabajos.

Tabla 4: Cronograma de actividades durante el desarrollo de los diferentes trabajos realizados para el trabajo de campo de este proyecto. Los números indican el día concreto del mes en el que se realizó el trabajo.

| | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE |
|--------------------------|------|-------|-------|--------|------------|---------|
| Selección de bloques | | | | | | |
| Marcaje de pinos | | | | | | |
| Medición de los pinos | | | | | | |
| Preparación de los pinos | | | | | | |
| 1ª Pica | | 8 | | | | |
| Instalación HOBO | | 8 | | | | |
| Pesada 1 | | 22 | | | | |
| 2ª Pica | | 22 | | | | |
| Pesada 2 | | | 6 | | | |
| 3ª Pica | | | 6 | | | |
| Pesada 3 | | | 20 | | | |
| 4ª Pica | | | 20 | | | |
| Remasa P. Mecanizadas | | | 20 | | | |
| Pesada 4 | | | | 3 | | |
| 5ª Pica | | | | 3 | | |
| Pesada 5 | | | | 17 | | |
| 6ª Pica | | | | 17 | | |
| Remasa P. Tradicionales | | | | 17 | | |
| Pesada 6 | | | | 31 | | |
| 7ª Pica | | | | 31 | | |
| Remasa P. Mecanizadas | | | | 31 | | |
| Pesada 7 | | | | | 14 | |
| 8ª Pica | | | | | 14 | |
| Pesada 8 | | | | | 28 | |
| 9ª Pica | | | | | 28 | |
| Pesada 9 | | | | | | 13 |
| Remasa P. Tradicionales | | | | | | 14 |
| Remasa P. Mecanizadas | | | | | | 14 |
| Medición de las heridas | | | | | | |

Cabe aclarar que el día que tocaba remasa ésta debía hacerse después de realizar las pesadas con el fin de no perder datos de producción.

4.6 MATERIAL UTILIZADO

4.6.1 Potes y chapas

Instalados en el pino tras realizar el desroñe y antes de comenzar las picas. El pote o cacharro es de plástico y tiene una tara de 140 g. Tras las remasas los pots vacíos estaban sucios se cogió una muestra de 10 pots sucios por bloque obteniéndose una tara de 155 g.

Las chapas de aluminio flexible también llamadas grapas son clavadas en la parte baja de la entalladura con el objeto de que canalicen la resina hacia el pote.

4.6.2 Escoda

Herramienta artesana que consiste en una cuchilla semirectangular biselada en un extremo y una pequeña hacha en el otro extremo. Con esta herramienta se corta un trozo de corteza constituyendo la pica por donde fluirá la resina, la anchura de este corte ronda los 3 cm. Es utilizada en los métodos de pica de corteza tradicional.



Figura 32: Trabajando con la escoda

4.6.3 Máquina

Consiste en una motoguadaña de mochila FR 480, creada por la marca Stihl, con cabezal y pértiga modificados para su manejo en trabajos de pica de corteza. Su principal característica es que puede realizar picas en pinos sin desroñar. Utiliza gasolina como combustible. La anchura de corte es de 2 cm.



Figura 33: Trabajando con la máquina

4.6.4 Estimulante químico

El estimulante químico de textura pastosa, fue utilizado en los cuatro métodos. Está compuesto de ácido sulfúrico, agua y caolín.



Figura 34: Aplicando la pasta.

4.6.5 Gancho pesador

Utilizado para pesar la producción de miera cada catorce días. Digital. Capacidad para 5 kg. Marca Kern. Con una precisión respecto del peso real de ± 15 g y una desviación estándar de 5 g.



Figura 35: Gancho pesador Kern.
Fuente: infoagro.com

4.6.6 Registrador meteorológico

Medidor de temperaturas y humedades HOBO U12-006 que registró los datos cada 30 minutos.



Figura 36: HOBO.
Fuente: pce-iberica.es

4.6.7 Forcípula e hipsómetro

Para medir diámetros de los pinos se utilizó una forcípula Mantax de amplitud 650 mm. Mientras que para las alturas sirvió un hipsómetro marca Suunto modelo PM-5.

4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se estableció un diseño experimental por bloques completamente aleatorizados con estructura bifactorial, ya que los métodos de resinación fueron fragmentados según los dos factores que los caracterizaban: la herramienta utilizada y el sentido de avance de las picas. Por lo tanto cada factor se subdivide en dos niveles:

Factor 1 (herramienta): manual o máquina.

Factor 2 (sentido): ascendente o descendente.

Se exponen, mediante estadísticos descriptivos y gráficos las variables covariantes que juegan un papel corrector y pueden estar directamente correlacionadas con la variable respuesta: la producción de resina.

Mediante operaciones estadísticas (prueba de efectos F de la ANCOVA) se pretende homogeneizar la situación para comparar los efectos de los factores F1 y F2 sobre la producción total, ya que las variables covariantes y el efecto del bloque enmascaran el modelo.

Después se estableció un análisis longitudinal, a lo largo del tiempo, para cada uno de los momentos (picas) con el propósito de estudiar el comportamiento de la producción.

Finalmente se relacionaron ambos análisis en un estudio de interacciones para determinar particularmente el efecto de la interacción entre producciones según los factores cruzados y sus respectivos niveles. En los casos donde la interacción resultó ser significativa se utilizó la opción SLICE del JMP9 (SAS Institute, 2011).

5 RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS

5.1.1 Bloques y alturas de los pinos seleccionados

Los bloques fueron seleccionados acorde con la experiencia de los resineros por su productividad que tradicionalmente habían conseguido en aquellas zonas. Pero como vemos en el gráfico se aprecia relación entre las alturas medias y los bloques.

Tabla 5: Estadísticos descriptivos de las variables dendrométricas altura total (ht) y diámetro normal (dn) por bloques.

| Bloque | ht (m) | dn (cm) |
|--------|---------------|---------------|
| 1 | *10,37 ± 1,06 | *35,20 ± 4,29 |
| | [12,5 ; 7] | [52; 26] |
| 2 | 10,79 ± 1,12 | 34,92 ± 3,47 |
| | [4 ; 13] | [44 ; 27] |
| 3 | 11,20 ± 1,60 | 33,52 ± 2,21 |
| | [16 ; 8] | [40 ; 26] |
| 4 | 12,19 ± 1,47 | 33,20 ± 3,48 |
| | [16 ; 8] | [53 ; 27] |
| 5 | 14,23 ± 0,51 | 34,60 ± 5,30 |
| | [15,5 ; 12,5] | [65 ; 30] |

* Cada bloque está dividido en dos filas, en la fila superior aparecen separados por el símbolo ± la media y las desviación típica, mientras que la fila inferior entre corchetes aparecen el valor máximo y el mínimo respectivamente.

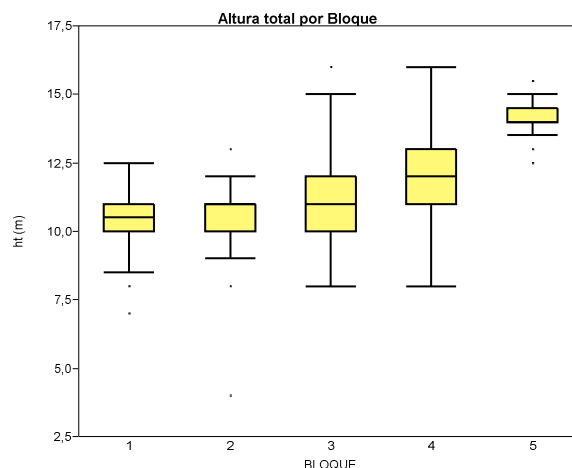


Gráfico 13: Diagramas de caja comparando la variabilidad de alturas (ht) entre bloques.

Se aprecia un gradiente de alturas según el bloque. Las alturas totales medias son diferentes para cada bloque. Esto es indicativo de diferentes calidades de estación pues las alturas fueron medidas en árboles de diámetros similares. De la misma manera otras variables referentes a la masa forestal están ligadas con las características del bloque como se aprecia en la tabla 3.

5.1.2 Variables covariantes dendrométricas

En este apartado se exponen las variables covariantes referentes a las características propias del pino que son el diámetro normal y la fracción de copa viva (fcv). Con los siguientes histogramas se muestran gráficamente las distribuciones de dichas variables para el total de los 800 pinos.

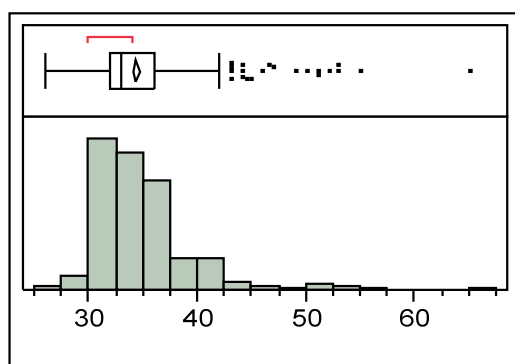


Grafico 14: Histograma y diagrama de caja del diámetro normal (cm) de los pinos seleccionados.

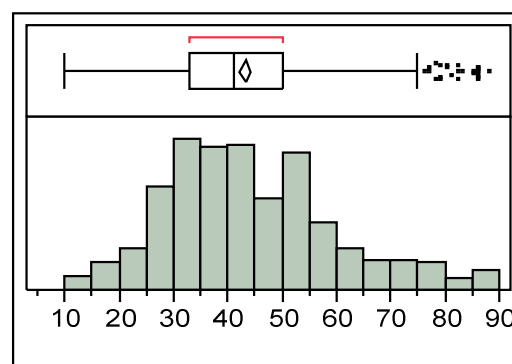


Grafico 14: Histograma y diagrama de caja de la fracción de copa viva (%) de los pinos seleccionados

Tabla 6: Análisis de distribución de las variables dendrométricas Diámetro normal (dn) y fracción de copa viva (fcv).

| Cuartil | d _n (cm) | fcv (%) |
|-----------------|---------------------|---------|
| Q ₂₅ | 32 | 33 |
| Q ₅₀ | 33 | 41 |
| Q ₇₅ | 36 | 50 |
| Máximo | 65 | 88 |
| Mínimo | 26 | 10 |
| Promedio | 34,29 | 43,08 |

Podemos ver cómo los diámetros son muy similares, ya que se siguió un patrón determinado eligiendo pinos de entre 30 y 40 cm. Pero también existen valores muy extremos, esto es debido a que los resineros escogieron algunos árboles grandes para mejorar sus rendimientos cuando no existía en las proximidades un árbol que cumpliera

con el diámetro establecido ya que sería demasiado costoso localizarlo y disminuiría el rendimiento por el desplazamiento.

La variabilidad de la FCV sigue una distribución normal y simétrica, siendo los porcentajes de fracción de cabida cubierta más comunes los situados entre el 30 y el 50%.

5.1.3 Variable Superficie de herida abierta

Ha diferencia de las anteriores variables que dependían de las características propias de cada pino, la variable covariante denominada superficie de herida abierta depende exclusivamente de la técnica de realización de la herida por parte del resinero y de la herramienta utilizada. Así pues el tamaño de la herida está clasificado según el método de resinación.

Tabla 7: Estadísticos descriptivos de la superficie de herida por bloques

| F1 | F2 | Método | S.D.H.A. (cm ²) |
|----------------|-------|--------|--------------------------------|
| Escoda | Asc. | A | *399,64 ± 59,19 [577 ; 210] |
| | Desc. | B | 364,22 ± 50,63 [522 ; 195] |
| Máquina | Asc. | C | 378,86 ± 35,96 [492 ; 92] |
| | Desc | D | 428,4 ± 30,22 [515 ; 304] |

* Cada bloque está dividido en dos filas, en la fila superior aparecen separados por el símbolo ± la media y las desviación típica, mientras que la fila inferior entre corchetes aparecen el valor máximo y el mínimo respectivamente.

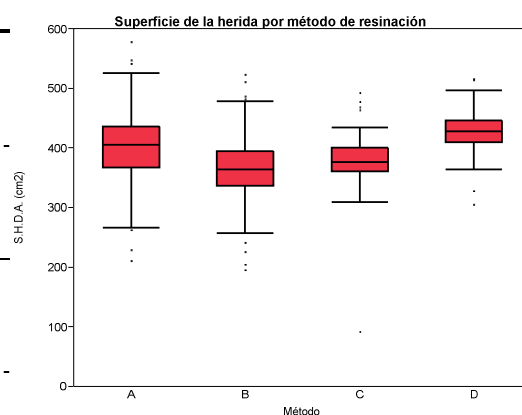


Gráfico 16: Diagramas de caja comparando la variabilidad de superficie de herida abierta entre métodos de resinación.

5.1.4 La variable dependiente: producción de resina

Los siguientes gráficos muestran las producciones totales de miera por pino. Podemos apreciar que la producción para la primera entalladura se encuentra entre los 1500 y 2000 g.

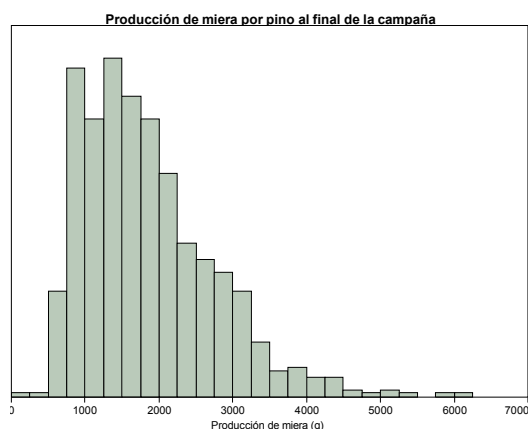


Grafico 17: Histograma de la producción total de miera por pino de la campaña (en gramos).

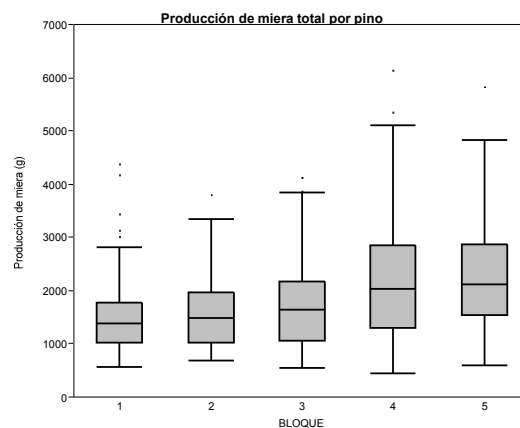


Grafico 18: Diagramas de caja de la variabilidad de producción total de resina por pino (en gramos) según el bloque.

Se distingue el acierto de los resineros a la hora de determinar las zonas de productividad de resina, viéndose cómo los bloques 4 y 5 producen claramente más resina que los bloques 1 y 2, siendo el bloque 3 intermedio.

Tabla 8: Estadísticos Producciones medias por pino para la primera entalladura durante la campaña 2011.

| Bloque | Producción (g/pino) |
|--------|-----------------------------------|
| 1 | 1481,78 ± 652,84 [4375 ; 570] |
| 2 | 1595,33 ± 657,63 [3790 ; 680] |
| 3 | 1731,90 ± 753,04 [4110 ; 550] |
| 4 | 2164,79 ± 1044,64 [6122 ; 450] |
| 5 | 2281,89 ± 937,25 [5825 ; 605] |

* Cada bloque está dividido en dos filas, en la fila superior aparecen separados por el símbolo \pm la media y las desviación típica, mientras que la fila inferior entre corchetes aparecen el valor máximo y el mínimo respectivamente.

Es interesante comparar la producción de resina por método de resinación según bloque, ya que nos puede dar mucha información si ciertos métodos siguen un patrón determinado respecto de otros.

Tabla 9: Estadísticos descriptivos de las producciones para las diferentes combinaciones herramienta (F1)-sentido de avance (F2). Pr (producción media), Std Dev (desviación estandar), CV (coeficiente de variación)

| BLOQUE | F1 | F2 | Pr (g/pino) | Std Dev | CV (%) |
|---------------|-----------|-------------|--------------------|----------------|---------------|
| 1 | manual | ascendente | 1159,88 | 388,65 | 33,51 |
| | | descendente | 1842,25 | 712,72 | 38,69 |
| | maquina | ascendente | 1218,38 | 307,41 | 25,23 |
| | | descendente | 1706,63 | 754,11 | 44,19 |
| 2 | manual | ascendente | 1361,60 | 447,80 | 32,89 |
| | | descendente | 1695,03 | 673,59 | 39,74 |
| | maquina | ascendente | 1361,60 | 447,80 | 32,89 |
| | | descendente | 1963,10 | 804,64 | 40,99 |
| 3 | manual | ascendente | 1304,74 | 643,59 | 49,33 |
| | | descendente | 2102,03 | 728,62 | 34,66 |
| | maquina | ascendente | 1357,75 | 585,63 | 43,13 |
| | | descendente | 2152,43 | 609,94 | 28,34 |
| 4 | manual | ascendente | 1700,50 | 794,74 | 46,74 |
| | | descendente | 2613,38 | 980,23 | 37,51 |
| | maquina | ascendente | 1446,13 | 584,23 | 40,40 |
| | | descendente | 2899,15 | 1084,85 | 37,42 |
| 5 | manual | ascendente | 2203,50 | 902,93 | 40,98 |
| | | descendente | 2474,36 | 902,90 | 36,49 |
| | maquina | ascendente | 1795,50 | 749,00 | 41,72 |
| | | descendente | 2659,00 | 977,93 | 36,78 |

Tabla 10: Medias de la producción total (Pr) diferenciadas

| Bloque | Pr (g/pino) |
|---------------|--------------------|
| 5 | 2283,74 |
| 4 | 2164,78 |
| 3 | 1729,99 |
| 2 | 1595,33 |
| 1 | 1481,78 |

5.2 RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE MÉTODOS DE RESINACIÓN

5.2.1 Matriz de correlaciones

Para comprobar las interdependencias de las diferentes variables dendrométricas con la variable producción, se calculó una matriz de correlaciones. De esta forma obtenemos una imagen gráfica y analítica de cómo y cómo afectan dichas variables.

Tabla 11: Matriz de correlaciones de las variables Producción de miera (pr), diámetro normal (Dn), altura total (Ht) y fracción de copa viva (FCV).

| | pr | dn | ht | fcv |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| pr | 1 | 0,049 | 0,276 | 0,269 |
| dn | 0,049 | 1 | 0,022 | 0,076 |
| ht | 0,276 | 0,022 | 1 | 0,17 |
| fcv | 0,269 | 0,276 | 0,17 | 1 |

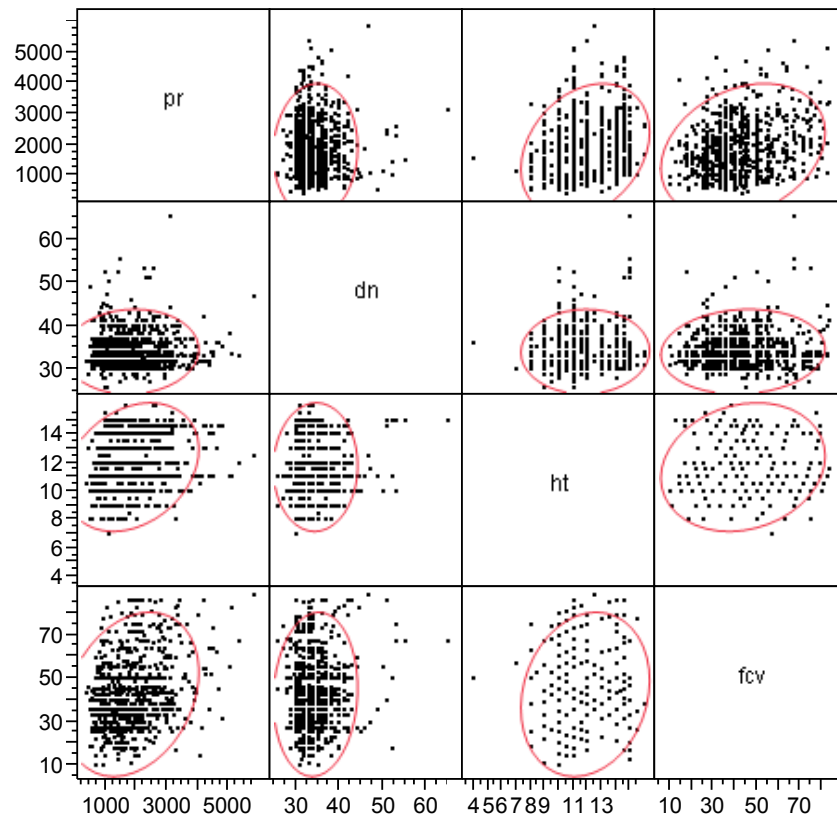


Gráfico 5: Matriz gráfica de correlaciones de las variables Producción (g), Diámetro normal (cm), Altura total (m), Fracción de Copa Viva (%) y Superficie de la herida abierta (cm²)

Tabla 12: Correlaciones por la variable Producción.

| Variable X | Variable Y | r_{xy}^2 | n | Lim. Inf. 95% | Lím. Sup. 95% | Sig. |
|------------|------------|------------|-----|---------------|---------------|-----------|
| dn | pr | 0,05 | 799 | -0,023 | 0,118 | 0,165 |
| ht | pr | 0,28 | 799 | 0,211 | 0,339 | < 0,0001* |
| fcv | pr | 0,27 | 799 | 0,204 | 0,333 | < 0,0001* |

Comprobamos que las variables altura total, fracción de copa viva están relacionadas significativamente con la producción. Pero tenemos en cuenta que para posteriores análisis la altura total será sustituida por el bloque debido a que es una variable íntimamente ligada a este factor.

5.2.2 Diseño de bloques con estructura factorial

Se incluye en el modelo el bloque y los factores dependientes del método de pica de corteza, es decir la herramienta y le sentido de avance de las picas.

Tabla 13: Resumen del ajuste de la variable Producción sin variables covariantes

| Resumen del ajuste | |
|--|----------|
| R^2 | 0,299 |
| R^2 corregida | 0,293 |
| Error Cuadrático Medio ($\sqrt{MS_{Error}}$) | 744,766 |
| Producción total media (g/pino) | 1853,045 |
| Observaciones | 792 |

Tabla 14: Prueba de Efectos

| Variable | Nparm | DF | Sum of Squares | F_{stat} | Prob > F |
|----------|-------|----|----------------|------------|-----------|
| BLOQUE | 4 | 4 | 80496938 | 36,28 | < 0,0001* |
| F1 | 1 | 1 | 34998 | 0,06 | 0,8017 |
| F2 | 1 | 1 | 104501602 | 188,40 | < 0,0001* |
| F1*F2 | 1 | 1 | 2729052 | 4,92 | 0,0268* |

Encontramos que tanto el bloque, como el factor sentido de avance son muy significativos. La interacción entre los factores herramienta y sentido de avance también ha salido significativa pero en menor medida. El factor herramienta (F1) no es significativo.

5.2.3 Diseño de bloques con estructura factorial (incluyendo las covariantes: dn, fcv, shda)

Para poder comparar los cuatro métodos de pica de corteza en igualdad de condiciones, la producción de resina se corrigió con las variables diámetro normal (dn), altura total (ht), fracción de copa viva (fcv) y superficie de herida (shda).

De esta manera podemos comprobar la influencia de la máquina para la producción de resina. También conoceremos las diferencias de producción según el sentido de avance de las picas. Así pues se obtuvieron el siguiente modelo de ajuste:

Tabla 15: Resumen del ajuste de la variable Producción con variables covariantes.

| Resumen del ajuste | |
|--|----------|
| R^2 | 0,347 |
| R^2 corregida | 0,340 |
| Error Cuadrático Medio ($\sqrt{MS_{Error}}$) | 720,786 |
| Producción total media (g/pino) | 1853,045 |
| Observaciones | 792 |

En esta tabla podemos comprobar la bondad del ajuste (R^2) aplicando las variables descritas anteriormente (dn , fcv, shda) para corregir el modelo.

Tabla 16: Prueba de Efectos

| Variable | Nparm | DF | Sum of Squares | F _{stat} | Prob > F |
|----------|-------|----|----------------|-------------------|-----------|
| dn | 1 | 1 | 9268916 | 17,84 | < 0,0001* |
| fcv | 1 | 1 | 12290985 | 23,62 | < 0,0001* |
| shda | 1 | 1 | 2389458 | 4,60 | 0,03* |
| BLOQUE | 4 | 4 | 47690729 | 22,95 | < 0,0001* |
| F1 | 1 | 1 | 306896 | 0,5907 | 0,9807 |
| F2 | 1 | 1 | 114223883 | 219,86 | < 0,0001* |
| F1*F2 | 1 | 1 | 36764 | 0,0708 | 0,790 |

El cuadro de prueba de efectos nos indica las variables concretas que influyen sobre la producción de resina, cuando (Prob < 0,05) que son: el diámetro normal, la fracción de copa viva, el bloque, la superficie de herida abierta y el sentido de avance de las picas.

Nos indica este cuadro que la variable factor 1 referido a la herramienta no influye significativamente en la producción de resina

En este último cuadro podemos comprobar que efectivamente todas las variables corrigen el modelo, excepto la variable F1 (herramienta). Entonces ahora podemos comparar de forma corregida los métodos de resinación según los factores que los caracterizan.

Tabla 17: Producción media corregida por Mínimos Cuadrados para el factor 1 (herramienta)

| Factor 1 | Least sq Mean | Std Error | Mean |
|-----------------|----------------------|------------------|-------------|
| manual | 1853,73 | 38,58 | 1846,74 |
| maquina | 1852,37 | 38,38 | 1859,29 |

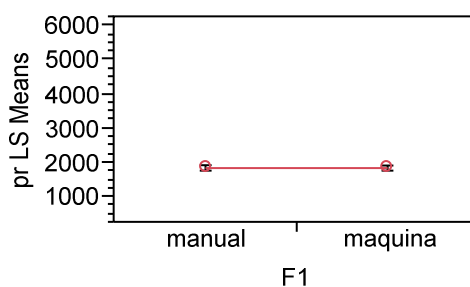


Grafico 19: Comparación de las producciones medias (en gramos) según el factor 1 (herramienta)

Podemos ver en la tabla 17 y también de forma gráfica como no existen diferencias significativas, en cuanto a la producción total media de resina por pino, dependiendo de la herramienta utilizada.

Tabla 18: Producción media corregida por Mínimos Cuadrados para el factor 2 (sentido)

| Factor 2 | Least Sq Mean | Std Error | Mean |
|-----------------|----------------------|------------------|-------------|
| Ascendente | 1482,4079 | 37,701073 | 1489,77 |
| Descendente | 2223,6899 | 37,687868 | 2216,32 |

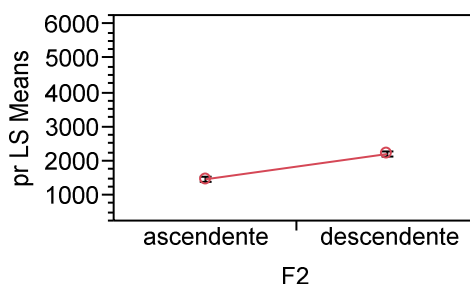


Grafico 20: Comparación de las producciones medias (en gramos) según el factor 2 (sentido)

5.3 EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MIERA POR PICAS.

Para conocer mejor la respuesta fisiológica de *Pinus pinaster* en cuanto a la producción de resina estudiamos cómo fue la segregación de miera para cada pica durante toda la campaña.

5.3.1 Producción acumulada a lo largo del periodo de resinación.

Para apreciar desde otro punto de vista, la mayor producción de miera entre métodos ascendentes y descendentes se calculó un gráfico en el que aparecen las producciones acumuladas para cada sentido de avance de las picas para las nueve picas:

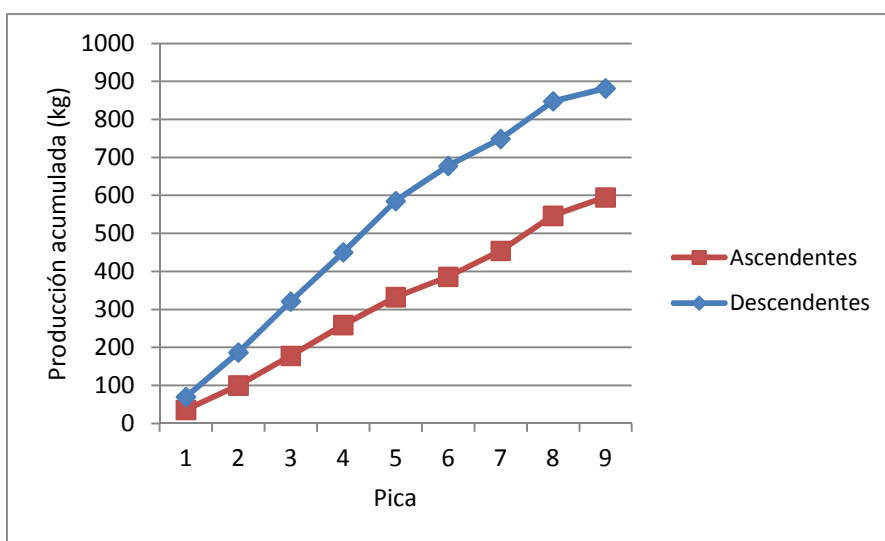


Gráfico 21: Evolución de la producción acumulada según el sentido de avance de las picas a lo largo de la campaña de resinación de 2011

Si atendemos al factor herramienta vemos que las diferencias en cuanto a producción son muy poco apreciables gráficamente.

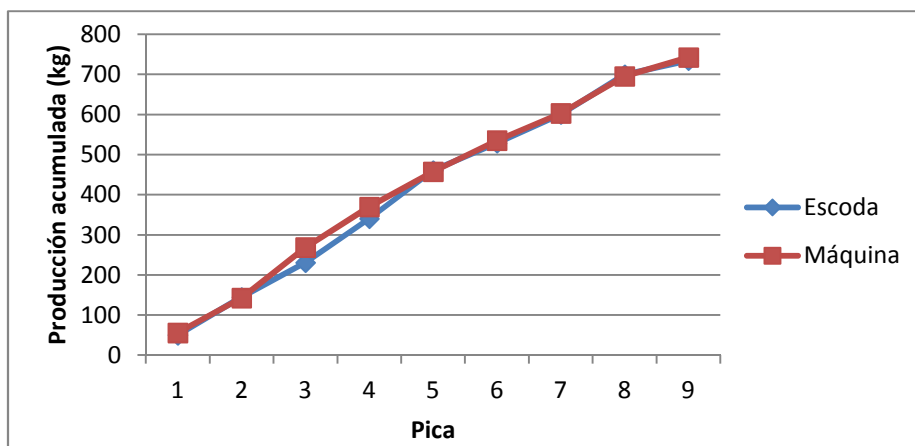


Gráfico 22: Evolución de la producción acumulada según la herramienta utilizada a lo largo de la campaña de resinación de 2011.

5.3.2 Producción según las etapas del periodo de resinación.

La campaña la podemos dividir en tres etapas: inicial, intermedia y final. Cada una de las etapas está representada por la producción acumulada de tres picas ordenadas de forma cronológica. Así podemos comparar qué épocas favorecen más a la producción de resina durante la campaña. Los siguientes gráficos nos lo muestran para el caso de Almodóvar del pinar en la campaña de 2011, según la herramienta utilizada y el sentido de avance de las picas:

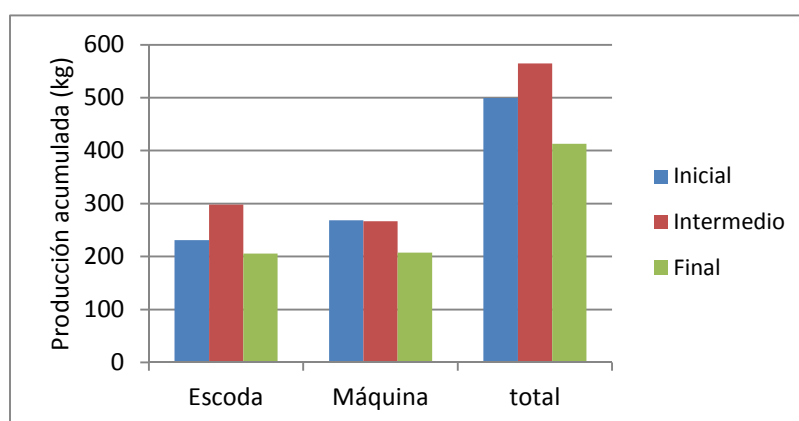


Grafico 23: Producción de miera según la herramienta en tres etapas diferenciadas, según el periodo de resinación.

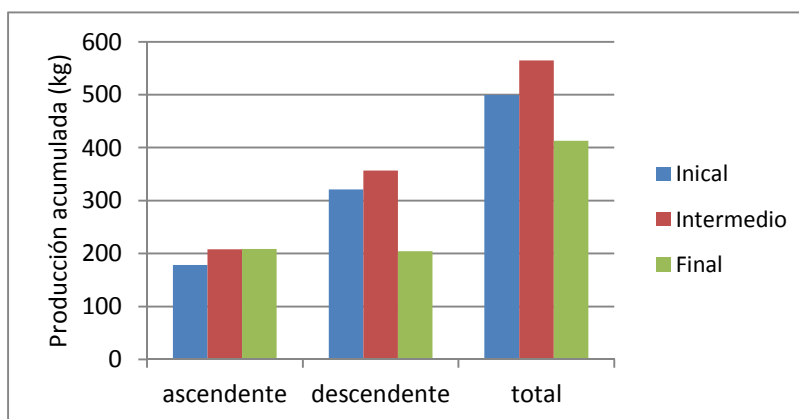


Grafico 24: Producción de miera según el sentido de avance en tres etapas diferenciadas del periodo de resinación.

Las picas iniciales corresponden a las picas 1, 2 y 3, que estuvieron produciendo desde el 8 de junio al 20 de julio. Las picas intermedias (picas 4, 5 y 6), produjeron desde el 20 de julio al 31 de agosto. Y finalmente las picas finales (7, 8 y 9), segregaron resina desde el 31 de agosto hasta el 12 de octubre.

5.3.3 Interacción de las producciones métodos de resinación durante la campaña.

Comparamos la evolución de la producción para cada método de resinación y para cada factor característico (herramienta y sentido de avance).

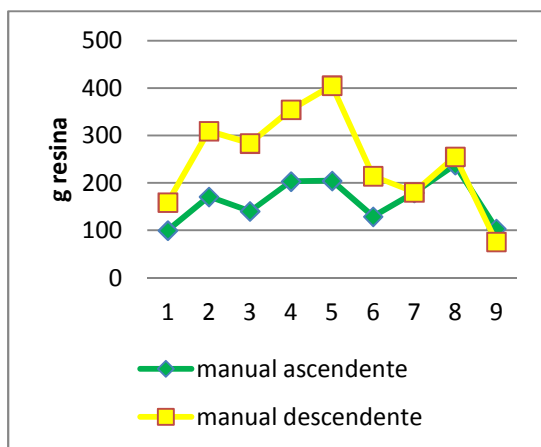


Gráfico 25: Evolución de la producción de los métodos manuales.

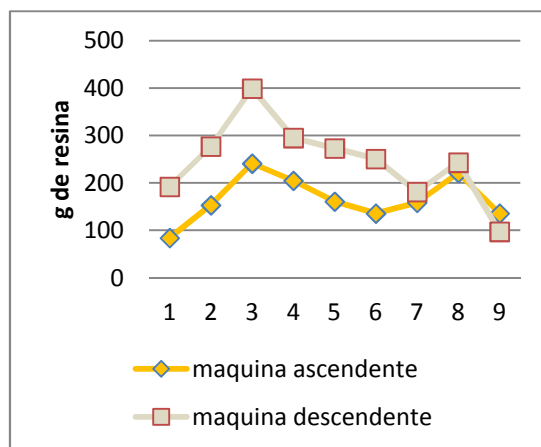


Gráfico 26: Evolución de la producción de los métodos mecanizados.

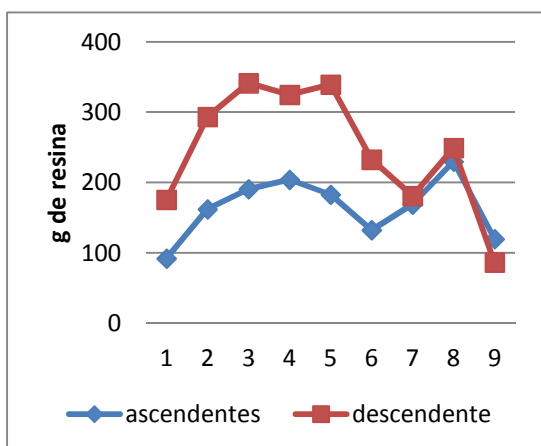


Gráfico 27: Evolución de la producción de según el factor "sentido de avance de las picas"

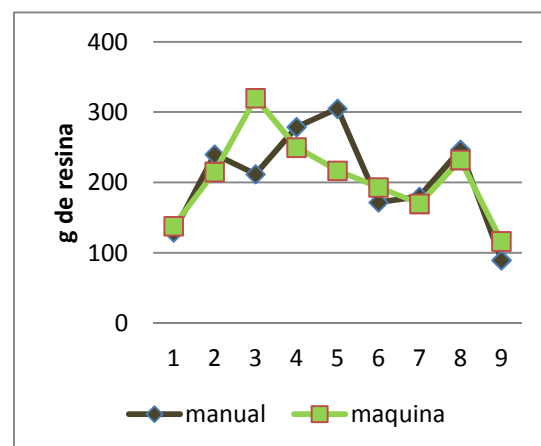


Gráfico 28: Evolución de la producción según el factor "herramienta"

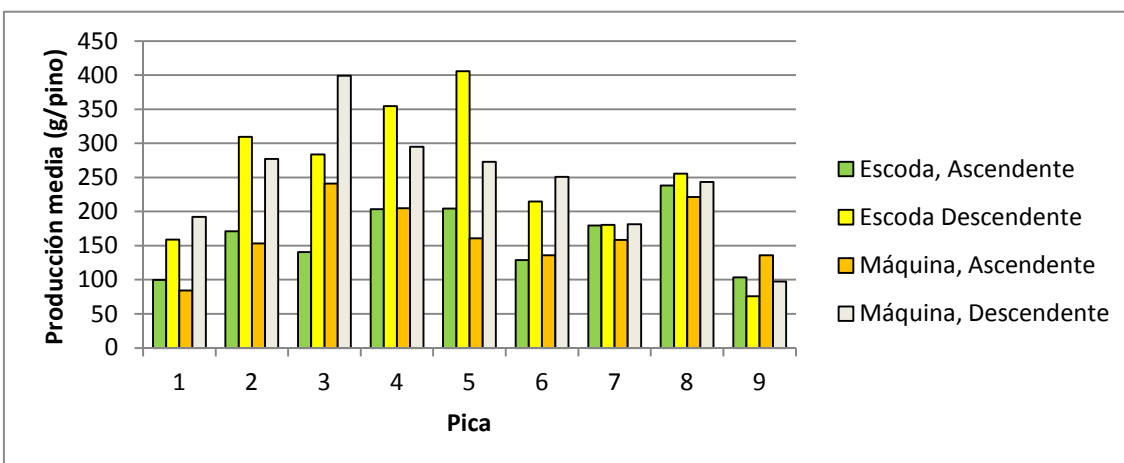


Gráfico 29: Evolución temporal de la producción media por pino según el método de resinación.

Tabla 19: Análisis de los efectos F1 (herramienta), F2 (sentido de avance) e interacción F1*F2 sobre la producción de miera, a lo largo del periodo de resinación. E (escoda), M(máquina), A (ascendente) y D (descendente).

| PICA | EFECTOS ⁽¹⁾ | | | SEPARACIÓN DE PRODUCCIONES MEDIAS ⁽²⁾ | | | | | | | |
|------|------------------------|---------------|--------------|--|---|-------------------|---|---|---|---|---|
| | F1 | F2 | F1*F2 | F1 | | F2 | | F1*F2 | | | |
| | | | | E | M | A | D | A | D | E | M |
| P1 | 1,67 ns | 168,72 *** | 11,99 *** | | | | | E 99,93 b 159,03 a M 84,16 b 192,11 a | | A 99,93 84,16 D 159,03 b 192,11 a | |
| P2 | 4,91 ** | 146,87 *** | 0,37 ns | 240,15 a 215,19 b | | 162,1 b 293,26 a | | E M | | A D | |
| P3 | 77,72 *** | 164,87 *** | 0,29 ns | 211,95 b 320,09 a | | 190,69 b 341,35 a | | E M | | A D | |
| P4 | 8,06 ** | 151,03 *** | 8,02 ** | | | | | E 203,3 b 354,51 a M 204,8 b 294,97 a | | A 203,3 204,8 D 354,51 a 294,97 b | |
| P5 | 67,58 *** | 231,22 *** | 15,41 *** | | | | | E 204,61 b 405,44 a M 160,9 b 273,08 a | | A 204,61 a 160,9 b D 405,44 a 273,08 b | |
| P6 | 5,81 ** | 137,6 *** | 2,47 ns | 171,83 b 193,28 a | | 132,44 b 232,67 a | | E M | | A D | |
| P7 | 1,37 ns | 2,08 ns | 1,46 ns | 179,97 169,94 | | 169,02 180,89 | | E M | | A D | |
| P8 | 2,21 ns | 4,42 * | 0,05 ns | 246,69 232,25 | | 229,66 b 249,27 a | | E M | | A D | |
| P9 | 11,08 *** | 18,05 *** | 0,43 ns | 89,74 b 116,6 a | | 119,65 a 86,7 b | | E M | | A D | |

⁽¹⁾ Cada celda contiene el valor del F ratio y su significación: ns (p>0,05); * (p<0,05); ** (p<0,01); *** (p<0,001)

⁽²⁾ Sólo aparecen las letras a y b (producciones medias significativamente diferentes dentro de cada pica) en aquellos casos en que F1*F2 es significativa y en los que no lo es pero sí F1 y/o F2.

La interacción ha resultado ser significativa para las picas P1, P4 y P5, indicando que la producción media es significativamente superior yendo en sentido descendente. La herramienta utilizada no ha sido significativa para la producción en los métodos ascendentes de las picas P1 y P4, mientras que para los métodos descendentes la pica con escoda ha dado mejores resultados en dichas picas. Para la pica P5 la pica con escoda resultó mejor para ambos sentidos de avance.

Para el factor F1 la máquina a dado mejores resultados en las picas P3, P4, P6 y P9. La escoda sin embargo fue mejor en la pica P2.

Para el factor F2 el sentido que proporciona mayor producción media de resina es el descendente, excepto en la última pica.

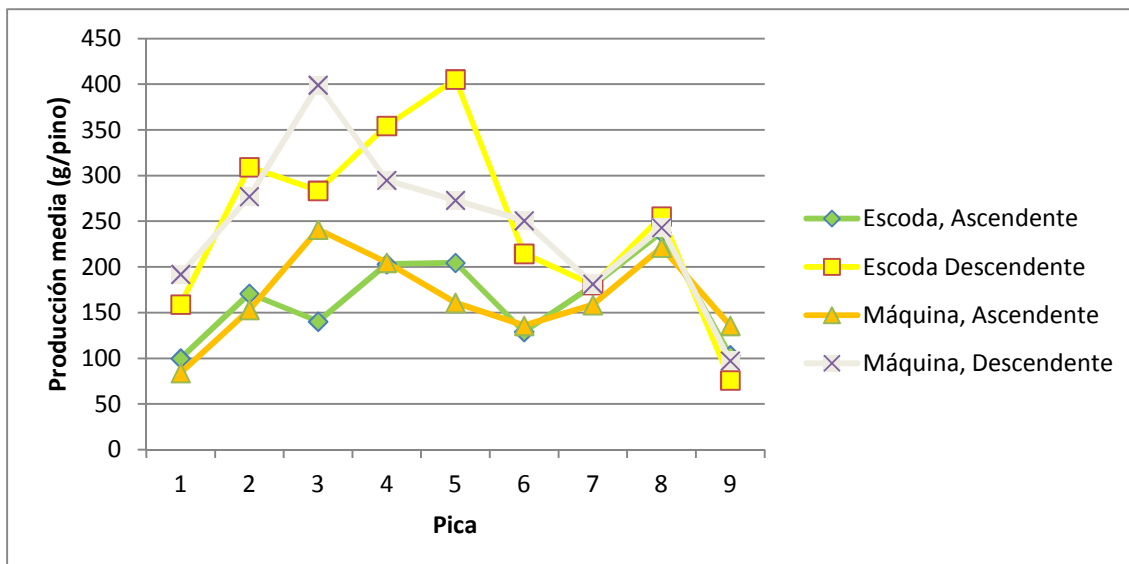


Grafico 31: Producciones medias por pica según la interacción de la herramienta y el sentido de avance.

En este apartado contamos con un conjunto de gráficos más la tabla 19, en los que podemos visualizar de manera rápida y concisa cómo fue la producción de miera a lo largo de toda la campaña de resinación separándola en nueve periodos que coinciden con la realización de las picas.

Podemos comprobar los efectos en la producción de miera de los métodos según la herramienta y/o según el sentido de avance de las picas. Quedando demostrado que los métodos descendentes son más productivos.

Sin embargo para el factor herramienta no está claro, pues según en determinados momentos será una herramienta u otra la que ofrezca mayor productividad. Algo que al final no aparece reflejado cuando miramos los resultados totales, pues las producciones según la herramienta se compensan y no son significativamente diferentes.

5.3.4 El efecto de la meteorología.

Los datos de temperaturas y humedades relativas obtenidos con la estación meteorológica digital (HOBO), se relacionaron con el sumatorio global de producción con el fin de determinar una relación entre la meteorología durante la campaña y la producción de miera total obtenida. Estos datos registrados cada 30 minutos, se agruparon en periodos de 14 días para conocer con precisión los estadísticos descriptivos de temperatura y humedad relativos al periodo de producción de cada pica.

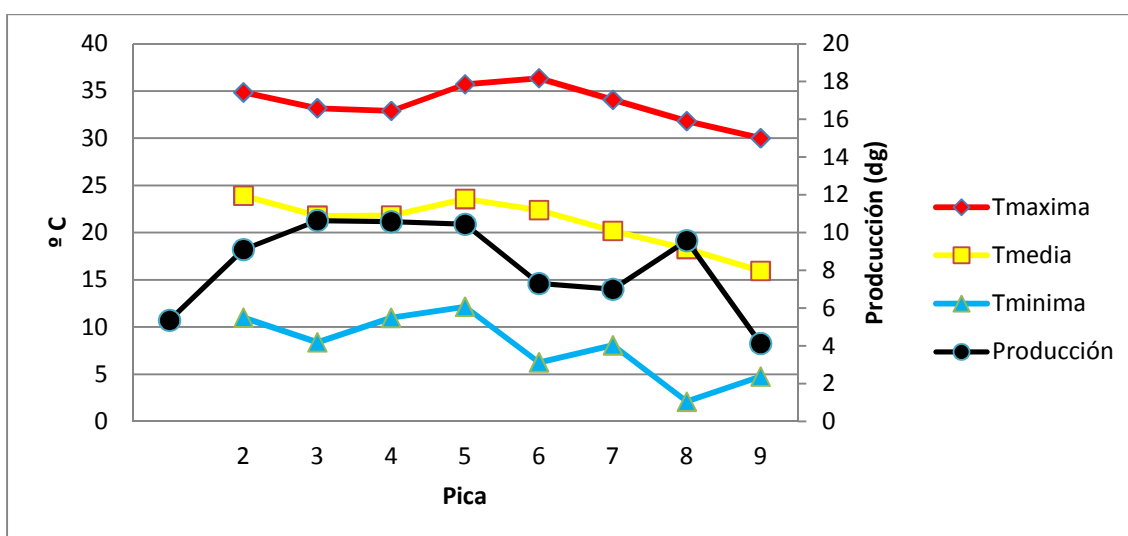


Gráfico 32: Evolución de las temperaturas mínimas (T mínima), medias (T media) y máximas (T máxima) junto con la producción media (en dg) por pica a lo largo de la campaña de resinación de 2011.

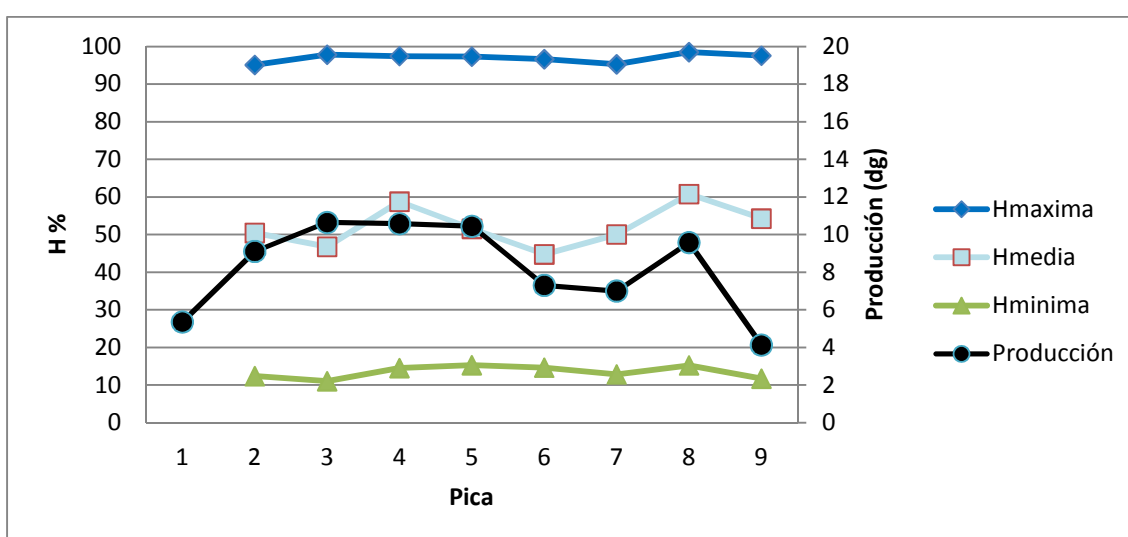


Gráfico 33: Evolución de las humedades relativas mínimas (H mínima), medias (H media) y máximas (H máxima) junto con la producción media por pica a lo largo de la campaña de resinación de 2011.

6 DISCUSIÓN

La producción de resina tiene un marcado componente genético y de vitalidad del árbol (Gil, 2011). Por eso hemos caracterizado la diferencia fenotípica principal por bloque: la altura. Y como indicador de la vitalidad, la fracción de copa viva. En cuanto al diámetro, la mayor parte de los pinos seleccionados lo tenían comprendido entre 32 y 36 cm. También influiría como ya hemos visto en el apartado de resultados el tamaño de la herida.

Los bloques influyen significativamente en la producción de resina (tablas 14 y 16). Y es que sabiendo que el rango de los diámetros de todos los pinos es similar para los cinco bloques completos se ha contrastado cómo las alturas son diferentes en cada uno de ellos (tabla 5 y gráfico 13). De ahí se desprendería que, de conformidad a la ley de Eichhorn (“la producción total en volumen de masas homogéneas de una especie dada dentro de una región climáticamente homogénea depende esencialmente de la altura dominante”) nos hallamos frente a calidades de estación distintas y con crecimientos en madera diferenciados, los cuales a su vez están directamente relacionados con la producción de resina. Es decir, que a mayor calidad de estación, evaluada a través de la altura de los pies, corresponde una mayor producción de miera. Pero no sólo influye la altura, pues como se aprecia en la tabla 3 existen otras características generales de los bloques que actúan intrínsecamente, particularmente la densidad de pies y el porcentaje de superficie cubierto por matorral de encina. Con los datos obtenidos de productividad, alturas y diámetros de los árboles seleccionados y características generales de los bloques, podemos deducir a partir de datos descriptivos que tenemos 5 bloques seleccionados repartidos en 3 calidades de estación.

Las variables dendrométricas diámetro y fracción de copa viva influyen en el modelo ambas con la misma intensidad (tabla 16). En el caso la variable covariante diámetro vemos que tiene una distribución muy homogénea pero existen unos pocos valores muy extremos sobretudo por la derecha (gráfico 14), que afectan mucho al modelo corroborando la correlación positiva entre diámetro y producción (gráfico 9), mencionada por Nanos *et al.* (2000) y Tadesse *et al.* (2001) que explican que los árboles con mayores diámetros son más productivos.

En cuanto a la fracción de copa viva nos indica la vitalidad del árbol, sigue una distribución normal y simétrica para el conjunto de todos los pies seleccionados (gráfico

15) e influye muy significativamente en el modelo (tabla 16), además está muy correlacionado con la producción ($r_{xy}=0,27$) (tabla 12).

La producción de la pica está correlacionada con el tamaño de la herida (Zamorano y Calvo, 1998), evaluada mediante la anchura de la herida. Pero en este caso se ha querido constatar cómo es el área de resinación total de la herida en función de los cuatro métodos utilizados y que efecto produce sobre la producción.

Para tres métodos se obtuvieron superficies de herida similares, mientras que las heridas del método D (pica mecanizada y descendente) la herida fue ampliamente mayor (tabla 7 y gráfico 16). El motivo fue una anomalía en la técnica en la realización del método mecanizado ascendente. Ya que la pica mecanizada se compone de una herida canalizadora que el resinero encargado realiza íntegramente en la primera pica mecanizada descendente, y en la pica mecanizada ascendente se ejecuta de forma progresiva a partir de la 2ª pica quedando una herida en forma de “espina de pescado” para ambos métodos como podemos ver en las figuras 25 y 26. Pero en este caso en la 2ª pica el resinero comprobó que el método de pica descendente no requería de herida canalizadora por dos motivos primero que la resina fluía igualmente hacia el pote y segundo que necesitaba invertir más tiempo y esfuerzo en cada pino para ejecutar esta herida. Para el método mecanizado descendente quedó con una herida canalizadora ejecutada en la primera pica y con su correspondiente mayor superficie de herida mientras que el método mecanizado ascendente se quedó sin la superficie que ocuparía la herida canalizadora.

La superficie de herida jugó un papel secundario de en comparación con las otras variables covariantes (diámetro normal, y fracción de copa viva) y el bloque, debido a que influyó significativamente pero en mucha menor media (tabla 16), por culpa de la homogeneidad obtenida entre superficies de herida entre tres métodos, y a que sólo el método mecanizado descendente era sustancialmente diferente a los otros tres. Los valores extremos tampoco afectaron tanto como los del diámetro.

Factorizados los cuatro métodos de pica de corteza, comprobamos cómo influyen sobre la producción la herramienta utilizada y el sentido de avance de las picas. Pero antes hubo que aislar a la producción de la incidencia de la dimensión diamétrica del pie, la fracción de copa viva, el tamaño de la herida y el bloque para así poder comparar rigurosamente los resultados de producción según los citados factores.

Para el factor F1, herramienta utilizada (la escoda o la máquina), la producción de resina resultó indiferente para ambas herramientas (tabla 17) y es que a pesar de que los métodos mecanizados acumularon más superficie de herida abierta, al final de la campaña no produjeron más resina que los métodos realizados con escoda. Pero al margen de la indiferencia en la producción, la máquina ofreció peores condiciones de trabajo para el resinero (Ibáñez, 2011), debido a presentaba ciertas limitaciones de carácter ergonómico tales como su elevado peso, dificultad de traslado, ruidosa y la necesidad de otra persona de apoyo para aplicar pasta estimulante. La escoda sin embargo es una herramienta ligera y que permite que el resinero pueda aplicar la pasta por sí solo.

La tabla 17 demuestra que la producción de miera no es significativamente diferente al utilizar la máquina o la escoda. Sin embargo otros estudios (Pinillos, 2009) determinaron que la producción del método pica tradicional ascendente era significativamente mayor que la pica mecanizada ascendente. La diferencia entre ambas experiencias fue que en el caso de Almodóvar los pinos fueron desroñados para los métodos mecanizados, mientras que los ensayos de Pinillos los pinos resinados a máquina no se desroñaron. De esta forma se contradeciría la afirmación de Pinillos que explica que el desroñe no afecta significativamente a la producción, al menos en el caso de la pica mecanizada ascendente. En opinión de los resineros la corteza juega un papel aislante que provoca una disminución de la temperatura en el interior del pino y por consiguiente una reducción de la fluidez de la resina, los resineros preparan los pinos no sólo para ejecutar bien las picas, también para mejorar el flujo de resina por calentamiento (Ibáñez 2011).

El factor F2, el sentido de avance de las picas, influyó muy significativamente en la producción de resina, demostrando que los métodos descendentes producen más resina que los ascendentes, llegándose a incrementar la producción media del pino, en el primer caso, hasta un 50%. Otros autores como Zamorano (1985 y 1998) y Pinillos (2009) coinciden en sus investigaciones con resultados similares.

La producción cuando se pica en sentido ascendente es menor debido a dos causas fundamentales: la primera por la subida de la pasta estimulante a través del floema entre la madera y la corteza, provocando quemaduras que cortan el flujo de resina (Cesefor et al. 2010). Cuando ocurre esto, en Almodóvar se denomina popularmente que los pinos

están “borrachos” (Ibáñez, 2011). La segunda causa, afirmada por los resineros, sería la temperatura, ya que cuanto más cerca del suelo está el tronco la resina está más fría (Ibáñez 2011) lo que reduciría la fluidez de la miera y la dilatación de los canales resiníferos.

Se han obtenido valores de producción para la primera entalladura (1500 – 2000 g/pino/campaña) lógicos con el mapa de Rafael Uriarte (figura 13). Vemos que una distribución asimétrica positiva, algo que ya mencionó Squilace (1965), Peters (1971). Este tipo de distribución de datos valdría para identificar pinos fenotípicamente y seleccionar los genotipos superiores para mejora genética.

Reafirmamos con los datos de producción por bloque, lo que los resineros avanzaron desde un primer momento con la selección de bloques por diferentes calidades. Siendo como efectivamente señalaron los bloques 4 y 5 de mejor calidad y los bloques 1 y 2 de menor productividad, aunque los resineros diferenciaron en principio 5 calidades, esta experiencia sólo ha determinado 3. Cabe mencionar la gran regeneración de encina y abundancia de esta especie en los bloques 1 y 2, que tiende a sustituir al pino rodeno (Lopez Serrano, 2008). Esto no ocurre igual en los bloques 4 y 5, donde el *P. pinaster* parece tener mejores condiciones para instalarse y prosperar mejor que otras especies.

Atendiendo al gráfico 21 podemos observar, desde otro punto de vista, cómo afecta el sentido de avance de las picas a la producción a lo largo de la campaña. Se distingue que la producción acumulada para los métodos descendentes en la primera pica es similar pero rápidamente comienza a separarse de la línea que representa los métodos ascendentes. Esta separación se incrementa de forma continua hasta la última pica.

Si contemplamos el gráfico 22 referente al factor “herramienta” podemos ver cómo las dos líneas están solapadas, excepto para las picas 3 y 4 donde la producción acumulada de los métodos donde se utilizó la escoda es menor a la de los métodos mecanizados. Pero después las dos líneas vuelven a solaparse a partir de la quinta pica. Este gráfico nos vuelve a indicar la mínima diferencia entre utilizar la escoda o la máquina para obtener producción de miera.

Para entender mejor la fisiología del pino e investigar cómo fluye la miera a lo largo de la campaña de resinación se elaboraron los gráficos 23 y 24. Se constata la mayor

productividad de las picas intermedias para los métodos realizados con escoda y para los métodos realizados en sentido descendente.

Pero sin embargo en los métodos mecanizados es donde se produjo una mayor producción en la primera etapa, seguida muy de cerca de la etapa intermedia, dando un gran bajón de producción en la última etapa, sin quedar claros los motivos de porqué el flujo de secreción de miera con métodos mecanizados no sigue una distribución temporal similar a los de la escoda.

A partir de la pica 7, en la etapa final, los métodos ascendentes y descendentes obtienen una producciones similares, debido fundamentalmente a que en los métodos ascendentes se comienza a picar la parte alta de la entalladura lo que hace mantener su producción o aumentarla (gráficos 23 y 24) en esta etapa de la campaña debido a que a esa altura de pica el pino está más caliente y favorece el flujo de resina (Ibáñez 2011) al contrario que en la pica descendente, que experimenta un gran bajón en la última etapa de la campaña.

Veamos la producción por pica a lo largo de la campaña. Según el factor de referencia, herramienta o sentido de avance, la evolución de la producción variará considerablemente, sobre todo si atendemos al factor herramienta, donde se observa en el gráfico 29 un absoluto desfase para las picas centrales. Pero para las primeras y últimas picas, la producción es similar para ambas herramientas.

La evolución de producciones medias por pica mecanizada, es similar a la obtenida por Pinillos (2009) con otro tipo de pica mecanizada, utilizando en este caso un taladro eléctrico especializado.

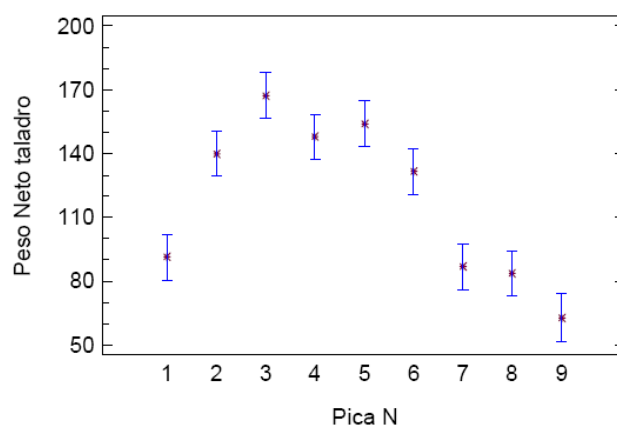


Gráfico 34: Evolución de producciones medias por pica mecanizada con taladro, en el M.U.P. 101 de Armuña, (Pinillos, 2009).

Esta distribución se caracteriza porque el máximo de producción se localiza en la tercera pica, a partir de entonces la producción desciende paulatinamente.

Cosa curiosa es esta tercera pica (gráfico 20), pues para los métodos mecanizados la producción alcanza su máximo, mientras que para los métodos manuales la producción desciende. Lo lógico atendiendo a otros ensayos (Pinillos, 2009) sería esperar para la tercera pica un aumento de la producción al estar localizada en plena campaña de resinación. No sabemos por qué motivo porque son muchos los factores influyentes: temperatura, profundidad de las heridas, cantidad de estimulante aplicado a la herida, etc.

Sin embargo el patrón de producción a lo largo de la campaña es similar (picas intermedias sobretodo) para los métodos mecanizados y para los métodos manuales (gráficos 25 y 25), lo que nos indica una influencia de la herramienta/resinero a la hora de realizar las picas.

Pero si comparamos los resultados totales de producción (gráfico 29), observamos que la evolución de la productividad por pica se asemeja a la de otras experiencias.

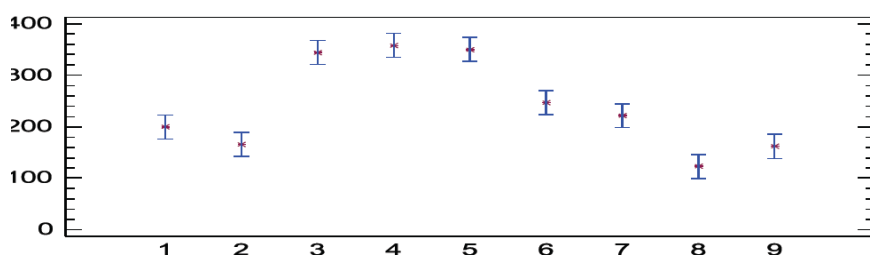


Gráfico 35: Evolución de producciones medias totales por pica en los ensayos de Pinillos (2009).

En cuanto a las interacciones nos ayudaremos de los gráficos 30 y 31 y la tabla 19. Con ello podemos apreciar cómo afecta la interacción a lo largo de la campaña, siendo significativa en las picas 1, 4 y 5.

Esta mayor productividad en la primera pica (tabla 30) de los métodos mecanizados se debe al efecto producido por la herida canalizadora del método mecanizado descendente, ya que se abrió en la primera pica y por tanto durante los primeros 14 días estuvo segregando resina hasta que colapsó los canales resiníferos. Es decir la primera pica del sistema mecanizado descendente fue la más productiva por el efecto de la herida canalizadora.

Las picas 4 y 5, que fueron las más productoras de la campaña de forma general, los métodos descendentes volvieron a ser los mejores en producción de miera. Pero se esperaba que no hubiese diferencias significativas en cuanto a las herramientas utilizadas y sí que las hay y muy acusadas en los métodos descendentes. Esto es debido a que los métodos mecánicos comienzan a reducir su productividad a partir de la tercera pica, mientras que en los que se utilizó la escoda alcanzan su máximo en la 5 pica, esto provoca la gran desigualdad que hay en las picas intermedias.

En la pica 2, el método descendente vuelve a ser más productivo. Pero existen diferencias significativas en la herramienta utilizada (mayor producción con la escoda), aunque son diferencias poco relevantes a nivel general. Algo que no ocurre en la pica 3 pues en cuanto al factor herramienta existen diferencias muy significativas entre los métodos manuales y los mecanizados. En la 3ª pica, la producción obtenida por los métodos manuales desciende un poco mientras que los mecanizados alcanzan su máximo. Si atendemos a otras experiencias (Pinillos, 2009 y 2010) y a los mismos resultados de este análisis, la producción debería aumentar en la 3ª pica, pero algo ocurrió en los métodos tradicionales. Lo que pasó fue que los resineros que trabajaban con la escoda no tuvieron suficiente pasta estimulante y la dosificaron, aplicando menos pasta que de costumbre, con el consecuente resultado (Ibáñez 2011). El efecto de la cantidad de pasta aplicada con la producción obtenida ya ha sido constatado (Pinillos, 2009; Solís y Zamorano, 1974).

En la 6ª pica se produce un gran bajón en los métodos manuales, lo que reduce las diferencias entre métodos mecánicos y manuales. Aunque esas diferencias siguen siendo significativas estadísticamente en la práctica no son relevantes. A partir de esta pica la producción sigue un mismo patrón si atendemos al factor herramienta. Así pues en las picas 7 y 8 no existen diferencias significativas en cuanto a la herramienta.

Podemos ver que cómo la producción obtenida mediante métodos descendentes es significativamente mayor en todas las picas, excepto en las picas finales de baja producción, es decir en la pica 7 (no hay diferencias significativas entre sentidos de avance) y en la pica 9 (es significativamente mayor la producción del método ascendente). Son resultados esperados debido a la cercanía de la novena pica descendente con el suelo, donde está más fría la miera y provoca menos fluidez (Ibáñez,

2011). La producción de la última pica descendente (86,70 g) es similar a la de la primera pica ascendente (92,04 g).

A modo explicativo, aunque la producción parece estar relacionada la meteorología, y en especial la temperatura, son muy pocos los datos para establecer una relación estadísticamente rigurosa. Sin embargo es oportuno incluir información, ya que se pueden aportar pistas a la relación entre temperatura y producción. En el gráfico 32 se aprecia cierta relación similar entre los comportamientos a lo largo del tiempo de la producción y de las temperaturas extremas, tanto mínimas como máximas. Con situaciones como la de las picas 5 y 6 que se desploman las temperaturas mínimas a la vez que la producción.

O el aumento de la producción de la pica 8 cuando las temperaturas están cayendo en picado, pero que hay un gran aumento de humedad para ese periodo lo que sugiere que para esa pica no solo tenían resina los potes sino también agua.

7 CONCLUSIONES

1. Se aprecia que la producción de miera es función de la calidad de estación, expresada ésta por el bloque el cual está íntimamente relacionada con la altura total de los pinos seleccionados, y las características del bloque, sobre todo el porcentaje cubierto por matorral de encina. Intuyéndose que la competencia interespecífica afecta a la producción total de miera. Se diferenciaron tres calidades de estación en cuanto a producción de miera.
2. En la producción de miera influye significativamente el diámetro normal, deduciéndose que los pinos con mayores diámetros presentan una mayor producción. La fracción de copa viva, que nos indica la vitalidad del árbol también influye significativamente sobre la producción. Esto implica que los árboles con mayor superficie foliar y consecuente actividad fotosintética sintetizan mayor cantidad de sustancias orgánicas y de lugar a una mayor producción de miera. Ambas variables covariantes dendrométricas, influyen en la misma medida sobre la producción final de miera por pino.
3. La herida es otra variable covariante que influye significativamente pero en menor medida que las variables dendrométricas. Es una variable que ha dependido más de la técnica utilizada por el resinero que de la herramienta utilizada.
4. La producción final de miera es indiferente a la herramienta utilizada por el método, pero el comportamiento temporal a lo largo de la campaña de resinación es diferente según la herramienta utilizada. El sentido de avance es el factor que más influyó en la productividad de miera, siendo los sistemas descendentes los más productivos.
5. El mejor método de resinación es el sistema de pica de corteza descendente con escoda, debido a su mayor productividad y a las ventajas ergonómicas que disfrutaba frente al sistema mecanizado.

6. Los sistemas de pica descendentes son más productivos al inicio y a mediados de la campaña que los ascendentes. Durante la etapa final de la campaña la productividad entre métodos ascendentes y descendentes es similar o algo superior en el ascendente.
7. De forma general las picas intermedias (desde mediados de julio a finales de agosto) son las que más miera producen, pudiéndose omitir picas iniciales o finales si fuese necesario por falta de productividad.
8. El patrón que sigue flujo de secreción de miera durante el periodo de mayor producción (desde la pica 3 a la 6) es diferente según la herramienta utilizada. Esto podría permitir al resinero decantarse por una herramienta u otra a la hora de planificar la campaña.

8 BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ CABRERO, J.C.; 2010. *Las resinas naturales: solución eficaz al cambio climático y a la crisis económica*. Segovia: Comunidad de villa y tierra de Coca. Inédito. http://wordpress.resina-biomasa.es/wp-content/uploads/2011/04/articulo_resinas_naturales.pdf

ÁLVAREZ, M. M. 1997. *Correlación entre características anatómicas y fenotípicas y capacidad de producción de resina en poblaciones de Pinus Pinaster de la provincia de Segovia*. Mundi-prensa. **Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia. Obra Social y Cultural**. Segovia, 52 pp.

ALLUÉ, M. 1998. *Un plan de tratamientos selvícolas para las masas públicas de vocación resinera en la provincia de Segovia*. 1er Simposio sobre Aprovechamiento de Resinas Naturales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Segovia, España.

BLANCO CASTRO, E., CASADO GONZÁLEZ, M. A., COSTA TENORIO, M., ESCRIBANO BOMBÍN, R., GARCÍA ANTÓN, M., GÉNOVA FUSTER, M., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MORENO SÁIZ, J. C., MORLA JURIASTI, C., REGATO PAJARES, P. & SÁINZ OLLERO, H., 1997. *Los Bosques Ibéricos, una interpretación geobotánica*. Planeta. Barcelona. 572 pp

CAMACHO RÍOS, P. 2010. *Investigacion aplicada a la valorización de los recursos forestales: resina y biomasa*. Comunicación personal. Cuenca: PRODESE, 2011.

CARVALHO, A. 1970. *Defeitos da madeira. Formação e importancia tecnologica*. Lisboa., Inst. Nac. de Investigaçao Industrial. Colecção Madeira. Nº 4.

CESEFOR. 2010. *Ensayos de distintas técnicas de extracción de resina y análisis de resultados*. Inédito. Soria.

FALLEGO, A., FINAT, I. (1998). *Resinación por pica de corteza descendente: resultados provisionales de una experiencia en Cinco Matas de la provincia de Segovia y Valladolid*. Revista MONTES. Nº 52.: 51-56.

FRANCO, J. A. 1986. En: *Flora Ibérica*. S. Castroviejo et al. (eds.). Real Jardín Botánico. C.S.I.C. Madrid. Vol. 1, pp, 168-174.

- GANDULLO, J. M. y SÁNCHEZ PALOMARES O. (1994). Estación ecológica de los pinares españoles, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- GIL, L., 2011 *La mejora genética de la producción de resina*. Madrid, Dpto. de silvopascicultura ETS Ing de Montes. UPM.
- HERNANDEZ MUÑOZ, L. 2009. *La profesión de resinero. El ocaso de un oficio centenario*.- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino – Madrid, 2009.
- IBÁÑEZ F. 2011. Comunicación personal.
- LÓPEZ SERRANO F. 2008.” Inventario forestal del Monte de Utilidad Pública N° 166”.Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Inédito. Albacete.
- NÁJERA, F. - 1961. *Sistema de resinación de pica de corteza estimulada con ácido sulfúrico: normas de aplicación*. M° de Agricultura. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (IFIE). Madrid.
- NANOS, N., TADESSE, W., CALAMA R., 2000. *Modelling resin production distributions for Pinus pinaster Ait using two probability functions*. Annals of Forest Science nº 57(4): 369-377.
- PETERS W., 1971. *Variation in oleoresin yielding potential of selected Slash Pines*. Forest Science.17(3), 306-307.
- PINILLOS, F. 2009. *La resina: herramienta de conservación de nuestros pinares*. Cesefor. Soria.
- PINILLOS, F. 2010 et. al. Memoria de experiencias de resinación tendentes a la mecanización de la extracción. Inédito. Soria
- RUIZ DE LA TORRE, J. 1991. *Árboles y arbustos de la España Peninsular*. Ed. I.F.I.E. y E.T.S. Ingenieros de Montes. Madrid.
- SERRANO, M. 1994. Métodos de ordenación en pinares en resinación. in MADRIGAL A. *Ordenación de montes arbolados*.- Ministerio de Medio Ambiente.- Madrid, 2003.
- MONTOYA, J.M. y MESÓN M. 2004. Silvicultura. Mundi-prensa. Fundación Conde del Valle de Salazar. Tomo II. p 980.

SQUILLACE, A.E., 1965. *Combining superior growth and timber quality with high gum yield in slash pine*. Proc. 8th South Conf. Forest Tree Impr., 73-76.

TADESSE, W. AUNON J. 2001. *Early testing of resin yield in Pinus pinaster Ait.* Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales **10**(1): 141-150.

URIARTE, R., 2005: *La Unión Resinera Española 1936-1986*. Fundación Empresa Pública.

ZAMORANO, J.L.; CALVO, R.; 1998. "Influencia de la anchura y dirección de trabajo de las 447 caras en la producción de resina". I.N.I.A. Actas 1er simposio de aprovechamiento de resina naturales. Segovia.

ZAMORANO, J.L.; 1998. Técnicas de explotación: pica de corteza descendente y estimulación continua. I.N.I.A. Actas 1er simposio de aprovechamiento de resina naturales. Segovia.

ZAMORANO, J.L.; 1985. Resinación descendente. I.N.I.A. (ed.) Actas de la I Asamblea Nacional de Investigación Forestal. Tomo IV. Secretaria Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. pp. 1439-1441. Madrid.

2007 *International Yearbook. Forest Chemicals Review*. Kriet Enterprise, Ltd. New Orleans, Lousiana. USA.